



رسائل جغرافية

أودية شمال سلطنة عُمان

دراسة في الجيومورفولوجيا الكمّية

د. أحمد سالم صالح

١٩١

أبريل ١٩٩٦م
ذو القعدة ١٤١٦هـ

دورية علمية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الاشتراكات

في الكويت

للمؤسسات ١٢ دينارا كويتيا (سنويا)

للأفراد ٦ دنانير كويتية (سنويا)

خارج الكويت

للمؤسسات ١٥ دينارا كويتيا (سنويا)

للأفراد ٧.٥ دينار كويتي (سنويا)

الجمعية الجغرافية الكويتية

ص.ب: ١٧٠٥١ الكويت الخالدية — الرمز البريدي 72451

رسائل جغرافية

١٩١

أودية شمال سلطنة عُمان

دراسة في الجيومورفولوجيا الكمّية

د. أحمد سالم صالح

أبريل ١٩٩٦م
ذوالقعدة ١٤١٦هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

أودية شمال سلطنة عُمان

دراسة في الجيومورفولوجيا الكمّية

د. أحمد سالم صالح

مقدمة :

لاتزال الأودية في المناطق الجافة في حاجة إلى المزيد من الدراسات والأبحاث الأساسية والتطبيقية حتى يمكن التعرف على جوانبها وخصائصها الجيومورفولوجية المختلفة ، تمهيداً لإستغلالها الإستغلال الأمثل ، وقد كان لنقص البيانات الخاصة بقياسات كل من المطر والجريان والرواسب ، وكذلك النقص في الخرائط والصور الجوية أثره الواضح في عدم قيام مثل هذه الدراسات وتأخرها لفترة طويلة .

وفي الفترة الأخيرة توافرت بعض من هذه القياسات بالإضافة إلى توافر الخرائط والصور الجوية ، بما يمكن أن يساعد في هذا المجال ، ورغم قصر مدة التسجيل إلا أن ذلك يعد دافعاً وحافزاً لقيام بعض الدراسات الأساسية التي تكشف عن مكنون هذه الأودية وخصائصها المختلفة ، فضلاً عن أنها تمثل حجر الزاوية لأية عملية تنموية ، أو استغلال فعلية لهذه المناطق .

وقد كانت سلطنة عمان من الدول السباقة في مجال القياسات على مستوى المنطقة ، حيث استطاعت خلال فترة وجيزة هي عمر النهضة الحديثة فيها من أن تقيم العديد من الخطط التنموية التي تقوم على أسس علمية سليمة ، وكان للتنبه إلى القصور الواضح في الإمكانات المائية أثره الفعال في محاولة استغلال كل الموارد المتاحة ، وعليه فقد تم إنشاء سلسلة من محطات قياس الجريان على عدد كبير من الأودية ، مما وفر بعض البيانات الضرورية لعمليات البحث ووضع الطرق المناسبة للإستغلال ، كما توافرت الخرائط والصور الجوية بمقاييسها المختلفة ، فضلاً عن لوحات الاستشعار وكذلك الدراسات الأساسية التي تساعد في هذا المجال .

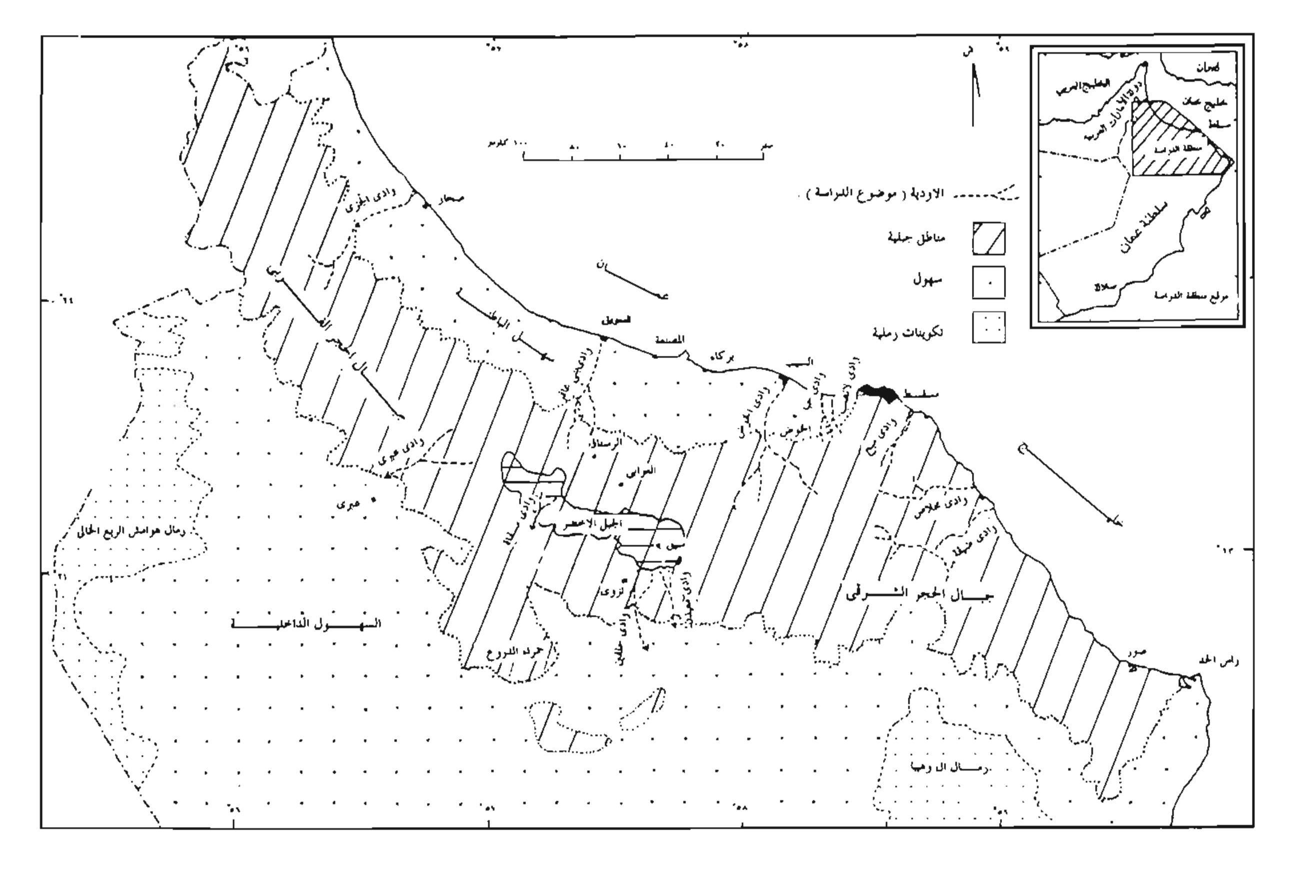
وتحاول هذه الدراسة تبعاً لما توافر لديها من قياسات وبيانات أن تلقي الضوء على الجوانب الكمية للأودية الصحراوية ، من خلال دراسة عينة تشمل اثنى عشر واديا تقع في شمال سلطنة عمان ، روعي في اختيارها بعض المعايير التي تؤهلها لأن تمثل مجتمع الأودية في المنطقة ، وقد تم دراسة وتحليل كل من أحواض وشبكات التصريف لهذه الأودية ، كما تم دراسة وتحليل خصائص التصريف فيها وكذلك دراسة حجم وشكل الرواسب في المجاري الرئيسية ، عند مواقع محطات قياس الجريان لهذه الأودية ، وتم أيضا قياس علاقات الإرتباط والعلاقات الخطية بين ٢٠ متغيراً تمثل الخصائص المختلفة لهذه الأودية وكذلك تصميم ورسم الأشكال بإستخدام الحساب الآلي .

الأودية موضوع الدراسة :

وقع الإختيار على اثنى عشر وادياً تقع جميعها في شمال سلطنة عمان وتنبع من جبال الحجر الشرقي والغربي وتصب معظمها في خليج عمان وبعضها تمثل روافد لأودية كبيرة تصرف داخلياً في إتجاه الربع الخالي وسبخة أم السميم أو تصرف إلى بحر العرب ، شكل رقم (١) .

وهذه المجموعة من الأودية تعتبر عينة ممثلة للأودية في شمال السلطنة ، ولذلك روعي في اختيارها اختلاف المواقع والمنابع والمصبات والمساحات التي تغطيها والتكوينات الجيولوجية التي تكون أحواضها والظروف المناخية حتى تكون العينة ممثلة لمجتمعها بشكل مرضي ، كما أخذ في الإعتبار توافر محطات قياس للجريان على مجاريها الرئيسية وأن يتوافر عنها قياسات للتصريف .

ويوضح الجدول التالي أسماء هذه الأودية ومنابعها ومصباتها ، كما يوضح الشكل رقم (١) مواقعها .



شكل رقم (١) مواقع الأودية وأشكال السطح الرئيسية في المنطقة

جدول رقم (١) منابع ومصبات الأودية المختارة

الوادي	المنابع	المصب
الجـــزى	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان شمال مدينة صحار
بني غـافر	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان بجوار مدينة السويق
الخـــوض	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان بجوار مدينة السيب
جـــبـــا	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان بمنطقة العاصمة
لانــصــب	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان بمنطقة العاصمة
مـــــيح	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان جنوب مسقط بمنطقة الخيران
مـجلاص	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان بجوار مدينة قريات
ضـيـقـة	من جبال الحجر الغربي	في خليج عمان بجوار مدينة قريات
عـبـــري	من جبال الحجر الغربي	يصرف داخليا في اتجاه هوامش الربع الخالي
مـسـفـاة	من منطقة الجبل الأخضر	يصرف داخلياً في اتجاه سبخة أم السميم
حـلـفـين	من منطقة الجبل الأخضر	أحد روافد وادي عندام يصرف الى بحر العرب
مـعـيـدن	من منطقة الجبل الأخضر	أحد روافد وادي عندام يصرف الى بحر العرب

أهداف الدراسة :

تحاول هذه الدراسة التعـرف على بعض الجـوانب الكمية للأودية الصـحـراوية ، وأهم الخصائص التي تميزها عن غيرها من الأودية خاصة في المناطق الرطبة وذلك من خلال التحليل الكمي لعـدد من الجوانب المورفـومترية والجيومورفـولوجية ، وتتمثل الأهداف الرئسية للدراسة في عدد من الجوانب هي كالتالي :

١ - تحليل أحواض وشبكات التصريف للأودية التي وقع عليها الإختيار حتى يمكن التعرف على الخصائص المورفومترية لها .

٢ - تحديد خصائص وظروف الجريان في هذه الأودية .

٣ - تحديد حجم وشكل الرواسب في قيعان المجاري الرئيسية للأودية .

٤ - دراسة وتحديد نوع ومقدار العلاقات بين الجوانب المورفومترية في أحواض وشبكات التصريف مع خصائص الجريان والرواسب .

مصادر وطريقة الدراسة :

أعتمد ت الدراسة على عدد من المصادر هي كالتالي :

١ - الخرائط والصور الجوية :

أ - الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/ ٠٠٠ ,١٠٠ واعتمد عليها في تحديد واستخراج أحواض وشبكات التصريف ، وكذلك عمل القياسات الأساسية والمطلوبة للدراسة لأحواض الأودية الإثنى عشر .

ب - الصور الجوية وبعض لوحات الموازيك Moasic مقياس ١/ ٠٠٠ ,٥٠ ، بالإضافة إلى عدد من المرئيات الفضائية Satallite Images من نوع T.M مقياس ١/ ٠٠٠ ,٢٠٠ ومنها أمكن التعرف على الخصائص العامة لشبكات التصريف والأحواض ومناطق المنابع والمصبات وكذلك الأودية الرئيسية فيها .

ج - الخرائط الجيولوجية مقياس ١/ ٠٠٠ ,٢٥٠ التي تغطي المنطقة ، ومنها أمكن تحديد أنواع التكوينات الجيولوجية التي تغطي أحواض التصريف ، ورسم الخريطة جيولوجية للمنطقة .

٢ - **التقارير والكتابات السابقة :**

وخاصة التقارير التي تحتوي على تسجيلات الجريان لعدد من الأودية تبعا لمحطات القياس التي أقيمت عليها ، أو تلك التي تناولت جوانب أخرى تهم الدراسة ، وهذه التقارير موضحة في قائمة المراجع .

٣ - **الدراسة الميدانية :**

وفيها تم زيارة جميع المجاري الرئيسية للأودية المختارة كما تطرقت الزيارة لبعض الأجزاء العليا لعدد من الأودية مثل الخوض ومسفاه وضيقة ومعيدن وتم ذلك على مرات متقطعة خلال الفترة بين فبراير ١٩٩٣ - ديسمبر ١٩٩٤م ، وكان ذلك بغرض :

أ - التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية لقطاعات الأودية الرئيسية من حيث شكلها ومكوناتها وأنواع وطبيعة الرواسب فيها ، بالإضافة إلى تسجيل الملاحظات عن خصائص شبكات التصريف وأشكال السطح الهامة فيها .

ب - جمع وتحليل عدد ٢٤ عينة رواسب من قيعان المجاري بمعدل ٢ عينة لكل مجرى عند محطات قياس الجريان ، تقع احداها قبل المقياس والثانية بعده بمسافات لاتزيد عن مائة متر .

٤ - **التحليل الإحصائي :**

حيث استخدم الحاسب الآلي برنامج SPSS for windows release 6.0 لعمل عدد من التحليلات الإحصائية مثل مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت والإنحراف ، وتحديد العلاقات بين المتغيرات المختلفة (علاقات الإرتباط) لكل من أحواض وشبكات التصريف وخصائص التصريف والرواسب وتم ذلك من خلال مصفوفة Matrix ضمت ٢٠ متغيراً كما تم عمل العلاقات الخطية للعلاقات القوية بين المتغيرات المختلفة وكذلك عمل الرسومات الخاصة بها بالإضافة إلى رسم الأشكال الأخرى .

موضوعات الدراسة :

تشتمل الدراسة على عدد من الموضوعات الأساسية هي كالتالي :

أولاً : الجوانب الطبيعية :

وتتناول كل من التكوينات الجيولوجية وأشكال السطح الرئيسية والظروف المناخية في شمال سلطنة عمان حيث تقع مجموعة من الأودية موضوع الدراسة .

ثانياً : الخصائص المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف والعلاقات بينها :

وفي هذا الموضوع يتم عرض وتحليل الخصائص المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف والقياسات والتحليلات التي أجريت على عدد من المتغيرات الأساسية فيها ، وكذلك العلاقات الارتباطية والخطية بين هذه المتغيرات .

ثالثاً : خصائص التصريف :

وفيه يتم تناول عدد من الجوانب التي تبين الخصائص المختلفة للتصريف مثل الحجم والسرعة والأبعاد المختلفة والتردد والفصلية والمنحنى البياني ، كما يناقش العلاقات بين هذه المتغيرات مع الخصائص المختلفة لكل من أحواض وشبكات التصريف .

رابعاً : خصائص الرواسب :

ويعرض لحجم الرواسب وشكلها وبعض الجوانب الأخرى ، كما يتناول العلاقات بين حجم الرواسب والمتغيرات المختلفة لكل من أحواض وشبكات التصريف وكذلك خصائص التصريف .

خاتمة : وفيها تلخيص لأهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة .

أولاً : الجوانب الطبيعية

١ - الشكل العام للمنطقة والوحدات التضاريسية الرئيسية :

يتكون شمال سلطنة عمان من سلسلة جبلية تمتد على شكل قوس واسع يسير موازيا لساحل خليج عمان ، وتبدأ هذه السلسلة من رأس مسندم في الشمال وحتى رأس الحد في الجنوب الشرقي بطول يصل إلى حوالي ٨٠٠كم وتقسم السلسلة إلى قسمين رئيسيين يفصلهما وادي سمائل (الخوض) الذي يصب بجوار مدينة السيب في الشمال الغربي من العاصمة مسقط بحوالي ٤٥ كم ، ويطلق على القسم الواقع للشرق من الوادي اسم جبال الحجر الشرقي والقسم الواقع للغرب منه جبال الحجر الغربي شكل رقم (١) .

وتطل جبال الحجر الشرقي على خليج عمان مباشرة ، حيث لاتكاد تترك أية سهول ساحلية ، فقط بعض دالات الأودية الكبيرة ، والتي تتميز بأنها تكونت نتيجة اشتراك أكثر من وادي واحد ، ومن أمثلتها دلتا قريات ودلتا ضباب ودلتا صور ، بالإضافة إلى بعض الجيوب الرملية الصغيرة التي تكونت على الشاطىء ، وفيما عدا ذلك فإن خط الساحل يرتفع ليكون جرفا بحريا تختلف مناسيبه على طول المنطقة ، وتبدأ بعد هذا الجرف سلسلة من الشواطىء البحرية القديمة المتتابعة والتي شكلتها عمليات النحت البحري القديمة على مناسيب مختلفة حيث يمكن رؤية أربع منها بوضوح موازية لخط الساحل الحالي فيما يشبه درجات السلم التي ترتفع فوق بعضها لتكون جزء واسع من سفوح الجبال المطلة على الخليج في المنطقة بين مسقط ورأس الحد .

وبعد هذه السلسلة من الشواطىء تبدأ سفوح الجبال في الإنحدار بشدة وترتفع لأعلى لتكون مجموعة من القمم المدببة والتي يوحي شكلها بمدى ماتعرضت له المنطقة من عوامل تكتونية أدت إلى رفعها وطيها وتصدعها ، وكذلك عمليات التعرية

التي تعرضت لها حيث تظهر في الكثير من الأودية العميقة ذات الجوانب الشديدة الإنحدار التي قطعت السلسلة ومزقتها بقوة ، كما تظهر بعض الأحواض الجبلية محصورة بين المرتفعات خاصة في الجزاء الشمالي الغربي من المنطقة في الأجزاء التي يزيد فيها تأثير الصدوع واختلاف التكوينات الجيولوجية .

وعلى الجانب الآخر تنتهي السلسلة بسفوح شديدة الإنحدار تقطعها الكثير من الأودية العميقة أيضا وتطل على سهل واسع يتكون من مجموعة من المراوح الفيضية التي كونتها هذه الأودية والتي تمثل في مجموعها روافد أحد الأودية الكبيرة ، وهو وادي البطحاء الذي يجري في اتجاه عام من الشمال إلى الجنوب ليصب في بحر العرب ، ويفصل مجراه هذا السهل عن مسطح رملي كبير هو رمال ال وهيبة .

وفي المقابل تختلف جبال الحجر الغربي في أنها أكثر ارتفاعاً وأشد انحدارا ، إلى جانب أنها تترك سهلا فسيحا نسبيا بينها وبين البحر وهو سهل الباطنة الذي يعد أهم مناطق السلطنة من ناحية التركز السكاني والإستغلال البشري .

ويتشكل السهل من مجموعة من المراوح الفيضية المتشابكة والمتداخلة جانبيا ، والتي كونتها الأودية التي تنبع من السلسلة الجبلية وتصب في خليج عمان ، ويمتد السهل من رأس الحمراء في الجنوب في منطقة العاصمة مسقط حتى شمال خطمة ملاحة ، بطول يصل إلى حوالي ٢٣٠ كم على شكل قوس واسع ، ويصل متوسط عرضه بين ساحل الخليج حتى بداية السلسلة الجبلية الى حوالي ٢٥ كم ويزيد العرض في الوسط ويقل ناحية الأطراف شكل رقم (١) ، ويتراوح ارتفاع السهل بين الصفر عند سطح مياه الخليج الى حوالي ٢٠٠ م عند أقدام الجبال ، ويتكون سطحه من رواسب مختلفة في الحجم والشكل والنوع ويستدق الحجم مع الاتجاه ناحية البحر ، وتتعدد ملامحه بين ظاهرات كبيرة تغطي مساحات واسعة وظاهرات صغيرة محدودة الامتداد ، ومن أهم الظاهرات الكبيرة المراوح الفيضية والتي تختلف بين القديمة والحديثة من حيث رواسبها وتكوينها ، ومجاري الأودية الضحلة الواسعة المتشعبة التي

تنتهي بأخوار مغلقة عند البحر تم غلقها بحواجز رملية كونتها الأمواج ، ثم الفرشات والكثبان الرملية التي تغطي بعض أجزاء السهل وبأشكال مختلفة كما تظهر بعض الأجزاء المنخفضة نسبياً والتي تغطيها الرواسب الناعمة في شكل خبرات أو قد تختلط هذه المواد مع الأملاح لتشكل سطوح بعض السبخات إضافة إلى خط الساحل الذي يتكون من شاطىء رملي في أغلب أجزائه ويظهر على شكل مجموعة من الأقواس المقعرة في اتجاه البحر على حساب اليابس وتفصل بينها بعض الرؤوس المتقدمة ، هذا إلى جانب بعض التلال الصغيرة التي قد ترصع وجه السهل خاصة مع الاقتراب من السلسلة الجبلية والتي تمثل بقايا عمليات تحات قديمة .

أما السلسلة ذاتها فمن الواضح أنها قد تعرضت للمزيد من الحركة وقوة الدفع بفعل العمليات التكتونية ، وقد ساعد ذلك على المزيد من الطي والتصدع التي انعكست على كل من الارتفاع والانحدار وزيادة فعل عمليات التعرية وبالتالي شدة التقطع والتمزق وكثرة القمم الحادة والحافات القوية والتي تفصلها الأودية الضيقة العميقة ذات الجوانب الشديدة الإنحدار والقيعان الضيقة التي تغطيها رواسب المواد الخشنة ، والقطاعات الطولية القوية الإنحدار ، ويكفي القول أن هذه السلسلة تضم بين جنباتها أكثر القمم ارتفاعا في السلطنة وعلى رأسها الجبل الأخضر الذي يزيد ارتفاعه عن ٢٥٠٠م كما يوجد العديد من القمم الجبلية الأخرى التي تأخذ مسميات محلية ، منها جبل نخل وماحل والعوابي والرستاق والكور والحمة وأسود وحلاحل والحينة والخشدة في ترتيب عام من الشرق إلى الغرب .

ويطل الجانب الآخر للسلسلة الجبلية على سهل واسع فسيح تغطيه رواسب أقل خشونة من تلك الخاصة بسهل الباطنة سرعان ماتتحول إلى غطاءات رملية مع الاتجاه للغرب وتنتهي بمجموعات من الكثبان الرملية التي تمثل الأطراف الشرقية لرمال الربع الخالي ، كما قد تنتهي احيانا بمناطق منخفضة تتجمع فيها مياه السيول لتشكل سبخات واسعة ومن أهمها سبخة ام السميم الشهيرة ، ويمثل هذا السهل في أغلبه

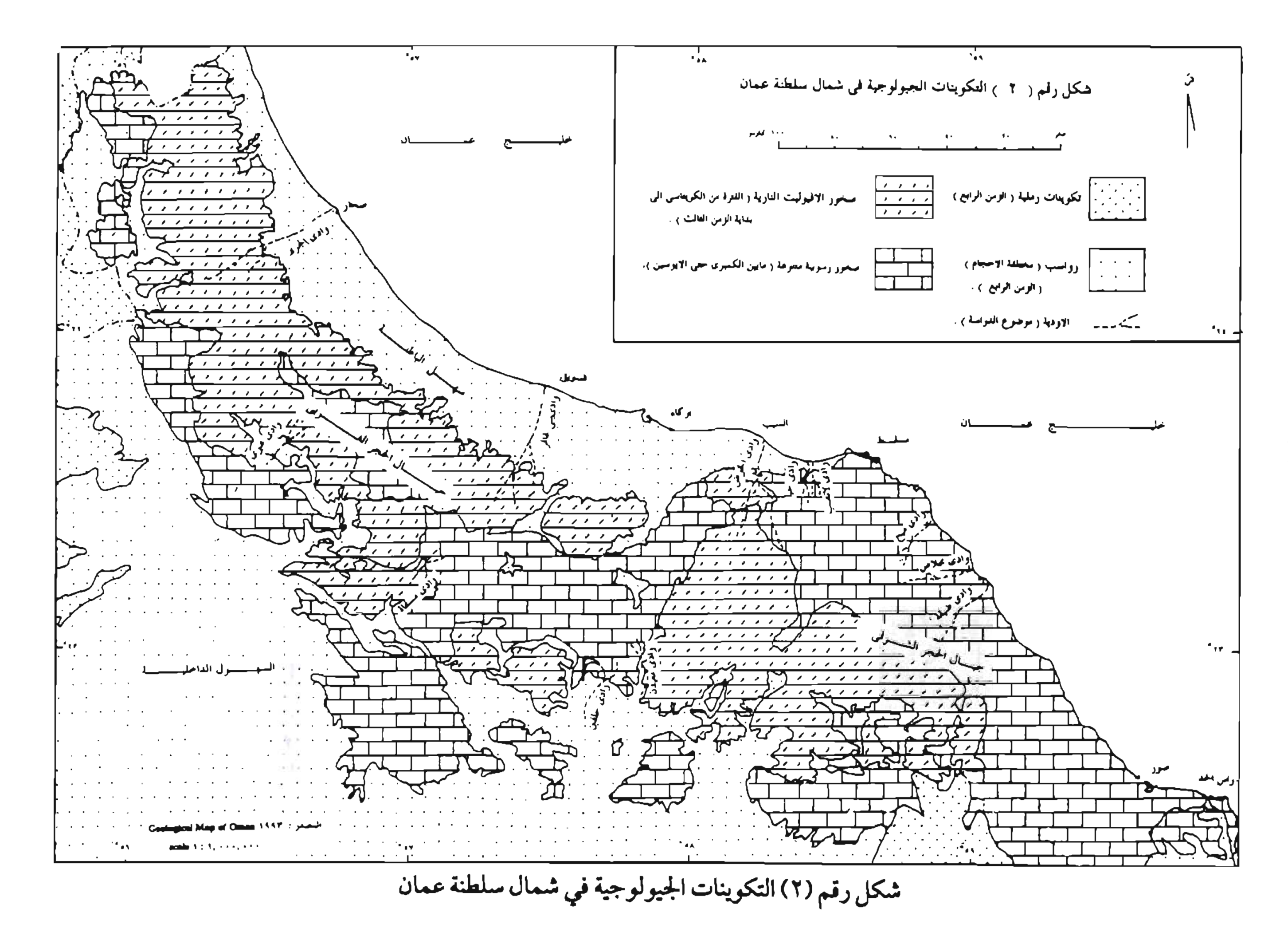
العديد من المراوح الفيضية المتجاورة في شكل بهادا واسعة ، ويخطط وجه السهل العديد من مجاري الأودية الضحلة المتشابكة والتي قد تصرف داخلياً أو تصب في بعض الأودية الكبيرة التي استطاعت الوصول إلى بحر العرب .

٢ - التكوينات الجيولوجية :

تعتبر جبال شمال عمان من الناحية الجيولوجية جزءا من شبه الجزيرة العربية ، وهي تمثل في ذات الوقت جزءا من سلسلة طيات جبال الألب - الهيمالايا العملاقة التي ترجع في تكوينها إلى الحركة الألبية - وقد تشكلت جبال عمان خلال حركتين تكتونيتين Tow Major oroganic events في نهاية العصر الكريتاسي Late Cretaceous وأواسط الثلاثي Mid-Tretiary ، الأولى نتج عنها إزاحة لصخور قاع المحيط والهامش القاري من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي ناحية أطراف شبه الجزيرة ، والثانية تقوست وطويت فيها السلسلة الجبلية لأعلى .

وتتشكل السلسلة الجبلية أساساً من صخور سمائل المغتربة Samail Nappe وهي عبارة عن غطاءات ضخمة على شكل كتل كبيرة من صخور الافيوليت النارية التي زحفت فوق وحدات صخرية رسوبية بحرية مجلوبة النشأة كذلك Allochthonous وتحتل بقايا الهامش القاري لبحر تيثس Tethys وهي ترقد بدورها فوق صخور القاعدة الأركية للدرع العربي ، كما تنكشف بعض الصخور الرسوبية التي يتراوح عمرها بين نهاية الكمبري وحتى الكريتاسي في وسط محور السلسلة الجبلية وهي صخور قارية الى بحرية غير عميقة من حيث النشأة (S.J.Lippard et.al. 1986 pp1-5) شكل رقم (٢) .

وتغطي صخور الافيوليت حوالي ٢٠ الف كم٢ من السلسلة الجبلية ، وكنتيجة لتعرض المنطقة لعمليات الإزاحة والطي والتصدع فقد تكسرت هذه الصخور الى مجموعة من الكتل الضخمة يصل عددها إلى حوالي ١٢ كتلة تفصلها عن بعضها



شكل رقم (٢) التكوينات الجيولوجية في شمال سلطنة عمان

تكوينات الصخور الرسوبية وتشكل العصب الرئيسي للسلسلة ، وتتكون من مجموعتين اساسيتين : الأولى تعرف بإسم مجموعة الرداء The Mantle Sequence ، وتمثل مابين ٦٠-٧٠٪ من صخور الافيوليت في المنطقة وتتكون من صخور رالبريدوتيت Perdotite والهارزبورجيت Harzburgite كما توجد تداخلات من صخور الديونيت Dunite وتقطعها عروق Veins وسدود نارية Dykes مافية الأصل فوق المافية Ultra- mafic ، والمجموعة الثانية هي مجموعة القشرة Crustal Sequence وتشكل النسبة الباقية من صخور الافيوليت وتتكون من الجابرو والبريدوتيت مع مواد بركانية أخرى .

وتتكون بقية السلسلة الجبلية من الصخور الرسوبية (شكل رقم ٢) التي تختلف في العمر والنشأة إلا أن معظمها يقع ضمن صخور الحجر الجيري والدولوميت مع بعض أنواع الصخور الطينية وخاصة المارلية وكذلك الرملية وصخر المجمعات -Con glomerate والبريشيا Berccia .

وتتكون السهول المجاورة للسلسلة من رواسب مختلفة أيضا في أحجامها كما تختلف أشكال السطح فيها وتدرج هذه المواد في الحجم وتستدق مع البعد عن السلسلة الجبليةسواء في سهل الباطنة أو منطقة الظاهرة ، وتبدأ عادة بالمواد الخشنة التي تتكون من الجلاميد والزلط ثم الحصى وتنتهي بالرمال والمواد الدقيقة وقد تكون متماسكة على شكل صخر المجمعات أو مفككة سائبة وفي حالة تماسكها غالبا ماتكون المادة اللاحمة كلسية ، وفي سهل الباطنة يختلف سمك هذه الرواسب حيث يصل إلى مايزيد عن ٦٥م عند أقدام السلسلة الجبلية ويزيد باتجاه خليج عمان فيصل إلى أقصى سمك له في منطقة بركاء والسيب .

٣ - الأحوال الجوية :

تقع المنطقة التي تجري بها مجموعة الأودية موضوع الدراسة ضمن النطاق الصحراوي الحار القاحل في معظمها عدا منطقة الجبل الأخضر الذي يتمتع بظروف مختلفة نتيجة عامل الارتفاع ، وتبعا لموقع المنطقة يمكن وصف المنطقة بأنها شديدة التطرف مناخياً حيث الحرارة الشديدة والمطر الشحيح أو النادر في كثير من الأحيان ،

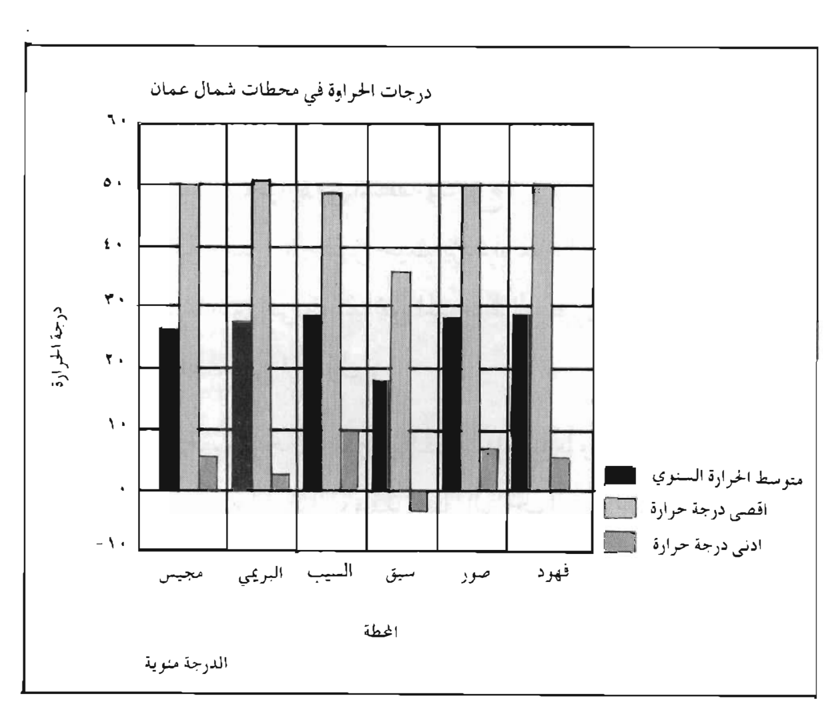
وارتفاع معدلات التبخر بدرجة كبيرة ، وتهب على المنطقة الرياح التجارية معظم أيام السنة فيما عدا بعض أيام الخريف حيث تصل بقايا بعض الرياح الموسمية التي تهب على جنوب البلاد ، ويعد الجبل الأخضر أكثر الأجزاء تأثراً بها في شكل بعض رخات المطر .

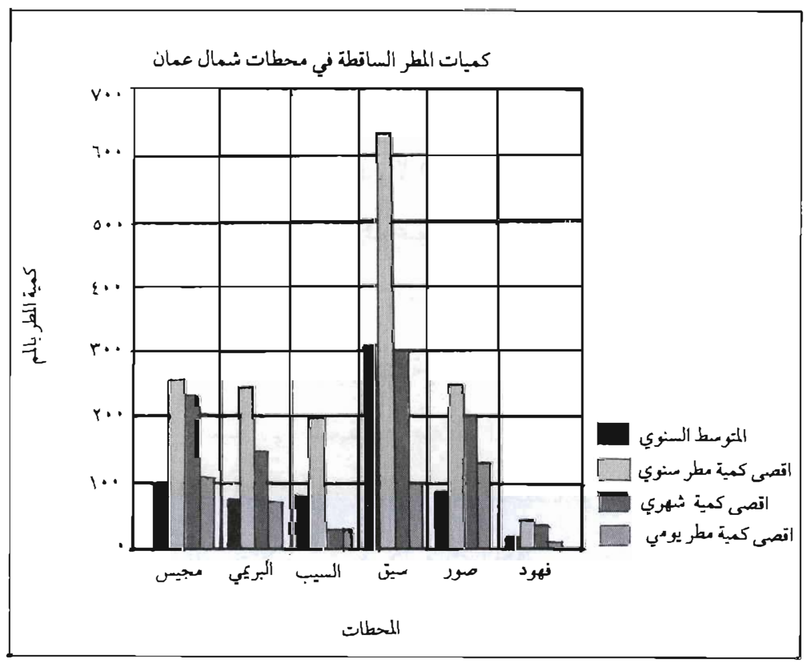
والجدول التالي يوضح متوسطات الحرارة وكميات المطر تبعاً لتسجيلات مجموعة محطات الأرصاد الجوية التي تقع داخل المنطقة أو حولها ، كما يوضح الشكل رقم (٣) كلا العنصرين .

جدول رقم (٢) الحرارة والمطر في بعض محطات شمال سلطنة عمان

المحطة	الحرارة (درجة مئوية)				المطر (مم)			
	المتوسط السنوي	الدرجة القصوى	الدرجة الدنيا	المدة من – الى	المتوسط السنوي	أقصى كمية في سنة	أقصى كمية في شهر	أقصى كمية في يوم
البريمي	٢٧,٦	٥٠,٨ في ٩٠/٧/٦	٢,٦ في ٧٧/١٢/٢٠	٩١-٧٧	٧٧,٤	٢٤٩ في ١٩٨٢	١٥٠,٣ فبراير ٨٢	٧٢,٥ في ٨٢/٢/١٤
مجيس	٢٦,٤	٥٠,٠ في ٨٧/٧/١٠	٥,٧ في ٨٣/١/٢٢	٩١-٨٠	١٠٢,٨	٢٦٠,٥ في ١٩٨٨	٢٣٥,٣ فبراير ٨٨	١١٠,٣ في ٨٨/٢/١٧
سيق	١٧,٩	٣٦,٣ في ٩١/٦/١٧	٣,٦ في ٨٣/١/٢٦	٩١-٧٩	٣١١,٣	٦٣٣,٤ في ١٩٨٢	٣٠٠ فبراير ٨٢	٩٨,٤ في ٨٢/٢/١٤
السيب	٢٨,٦	٤٩,٢ في ٩٠/٧/١	١٠ في ٩١/٢/١٧	٩١-٧٤	٧٩,٣	١٩٤,٣ في ١٩٨٧	٧٥,٧ نوفمبر ٧٧	٦٩,٢ في ٨١/٥/٣
فهود	٢٨,٩	٥٠,٩ في ٩٠/٦/٦	٥,٦ في ٨٧/١/٢٣	٩١-٨٥	١٩,٥	٤٠ في ١٩٨٩	٣٣,٨ فبراير ٩٠	١١,٥ في ٩٠/٢/٢١
صور	٢٨,٣	٤٩,٨ في ٧٩/٦/١١	٧ في ٧٨/١/٢	٩١-٧٧	٨٩,٦	٢٥٤,٦ في ١٩٨٣	١٩٧,١ فبراير ٨٣	١٢٦,٨ في ٨٣/٢/١١

(المصدر : الملخص المناخي السنوي سنة ١٩٩١ ص ٧١-٧٦)





شكل رقم (٣) الحرارة والمطر في شمال سلطنة عمان

ومن الجدول السابق يتضح مايلي :

١ - أن المتوسط السنوي للحرارة في المنطقة يتراوح بين ٤ , ٢٦ - ٩ , ٢٨ درجة مئوية ، فيما عدا منطقة الجبل الأخضر حيث يزيد ارتفاع المنطقة عن ٢٥٠٠ متر فوق سطح البحر ، مما أدى إلى إنخفاض المتوسط السنوي في محطة السيق بدرجة كبيرة كما هو واضح من الجدول .

٢ - ترتفع الحرارة العظمى خلال شهور الصيف ارتفاعاً واضحاً حيث تزيد عن ٤٠ درجة في معظم أيام الفصل ، وقد تصل الى حوالي ٥٠ درجة في بعض الأيام خاصة في شهري يونيو ويوليو ، هذا عدا محطة السيق التي تنخفض بها القيم عن ذلك كثيراً .

٣ - في المقابل تنخفض درجات الحرارة الدنيا الى أقل من عشر درجات وقد تصل الى مادون الصفر في الأماكن المرتفعة كما هو في محطة السيق .

٤ - يقل المتوسط السنوي للمطر في المنطقة عن خمس بوصات عدا منطقة الجبل الأخضر التي يزيد فيها المتوسط عن ١٢ بوصة ويصل الى أدنى حد له في محطة فهود نظراً لأنخفاض المنطقة ووقوعها للداخل بعيداً عن أي مؤثرات بحرية وبالتالي يصل المتوسط الى أقل من بوصة واحدة .

٥ - تتوزع الأمطار على أغلب شهور السنة إلا أن شهر فبراير ومارس وابريل ومايو تعتبر الفترة الأساسية التي يسقط بها معظم المطر ، كما يعتبر شهر فبراير أكثر شهور السنة تكراراً لمرات سقوط المطر ، وقد سجلت فيه كذلك أعلى قيم بالنسبة لأقصى كمية سقطت خلال شهر واحد وأيضا خلال يوم واحد .

٦ - تعتبر الصفة الأساسية لسقوط المطر هي عدم الانتظام سواء مكانيا أو زمانيا ، كما يتميز بارتفاع كثافته في حالة سقوطه .

ومن ناحية أخرى يمكن القول أن الأمطار الساقطة على المنطقة ترجع بصفة أساسية الى مرور بعض المنخفضات الجوية المصحوبة بكتل هوائية باردة خلال فترة الشتاء أي أنها أمطار جبهية أساسا Frontal ، وعليه فغالبا ماتغطي الأمطار مساحة واسعة من المنطقة ، أما خلال الفترات الانتقالية بين فصول السنة فالأمطار غالبا تصاعدية وتغطي بقع صغيرة (الملخص المناخي السنوي ١٩٩١ ، ص١٠-١١) .

***

ثانياً : الخصائص المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف

١ - الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف :

الجدول التالي يوضح نتائج القياسات التي تمت على الخرائط بغرض تحديد الأحواض واستخراج شبكات التصريف وكذلك قياس العناصر المورفومترية في الاثنى عشر واديا ، كما يوضح الشكل رقم (٦-أ ، ٦-ب) أحواض الأودية وشبكات التصريف فيها ويبين الشكل رقم (١) مواقع هذه الأودية .

جدول رقم (٣) الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف

الوادي	المساحة كم٢	طول المحيط كم	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	انحدار السطح بالدرجات
بني غافر	١٧٨٩,٠٠	٣٤٠	٧١,٥٠	١٦,٢٠	٠,١٩	٠,٦٧	٢,٠٠
الخوض	٢٦٧٤,٠٠	٤٠٠	٦٦,٠٠	٣١,٥٠	٠,١٣	٠,٧٠	١,٥٠
جبا	٢٢٩,٠٠	١٠٥	٢٥,٥٠	٩,٠٠	٠,٢٦	٠,٤٤	٣,٠٠
لانصب	١٥٧,٠٠	٦٧	٣٢,٠٠	٦,٧٠	٠,٤٤	٠,٦٨	٣,٣٠
الجزى	٨١٢,٠٠	١٩٣	٦٧,٠٠	١٩,٠٠	٠,٢٧	٠,٤٨	١,٣٠
عبرى	٧٠٨,٠٠	١٨٥	٣٦,٠٠	١٦,٦٠	٠,٢٦	٠,٨٣	١,٠٠
ميح	٧٣٩,٠٠	١٨٠	٤٦,٠٠	١٤,٠٠	٠,٢٩	٠,٦٧	١,٨٠
مجلاص	٦٥٤,٠٠	١٥٣	٤٩,٥٠	١٣,٥٠	٠,٣٥	٠,٥٨	١,٨٠
ضيقة	١٨٥٠,٠٠	٣٦٣	٧٢,٠٠	٢,٥٠	٠,١٨	٠,٦٧	١,٣٠
حلفين	١١٦٤,٥٠	١٩٠	٧٠,٠٠	١٤,٥٠	٠,٤٠	٠,٥٥	٠,٦٠
معيدن	٣٦٦,٠٠	٢٢٢	٦٠,٠٠	٥,٥٠	٠,٠٩	٠,٣٦	١,٦٠
مسفاة	٧٨,٣٠	٤٧,٥٠	١٢,٠٠	٥,٥٠	٠,٤٤	٠,٨٣	٧,٠٠

ومن الجدول السابق يمكن استخلاص مايلي :

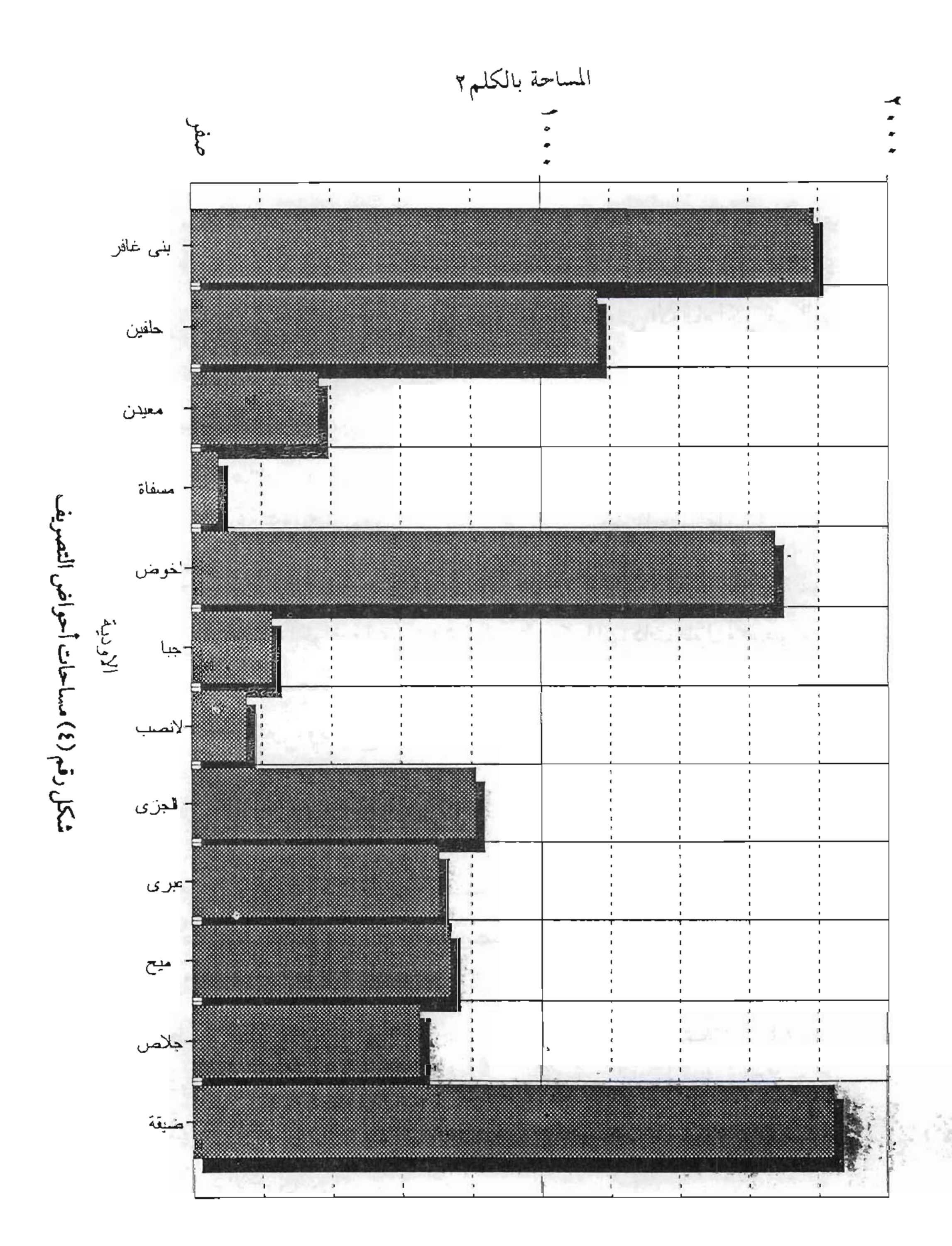
١ - يمكن تقسيم أحواض الأودية تبعا لمساحات أحواضها الى ثلاثة مجموعات هي :

أ - مجمــوعة الأودية الكبيرة وهي أودية ضيقة وبني غافر والخوض وحلفين وتزيد فيها مساحات الأحواض عن الف كيلو متر مربع ، وتبعا لكبر مساحات أحواضها فهي غالبا ماتضم أعلى الأرقام لكل من الطول والعرض وأطوال المحيطات .

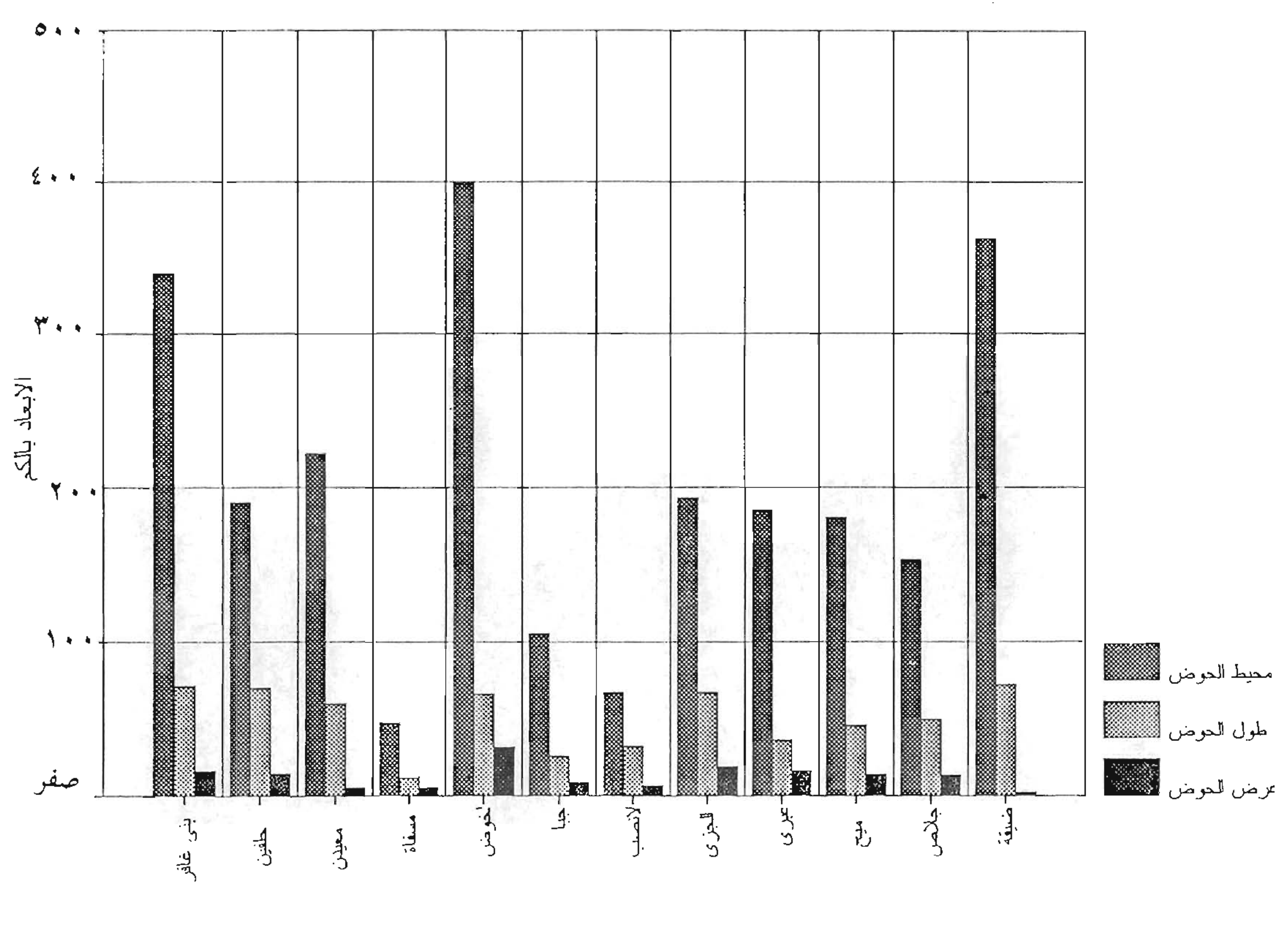
ب - مجموعة الأودية المتوسطة المساحة وتضم أودية الجزى وميح وعبرى ومجلاص ، وتتراوح مساحاتها بين ٥٠٠ - أقل من الف كيلو متر ، وهي تتصف كذلك بأنها ذات طول وعرض وطول محيط متوسط .

ج - مجموعة الأودية الصغيرة وهي أودية معيدن وجبا ولانصب ومسفاة ، وتقل مساحات أحواضها عن ٥٠٠ كيلو متر ، كما أنها ذات طول وعرض وطول محيط صغير يتسق مع ماتغطيه من مساحات بالمقارنة مع المجموعتين السابقتين ، ويوضح شكل رقم (٤) مساحات أحواض تصريف الأودية ، كما يبين شكل رقم (٥) الأبعاد المختلفة (المحيط - طول - عرض) لمجموعة الأحواض .

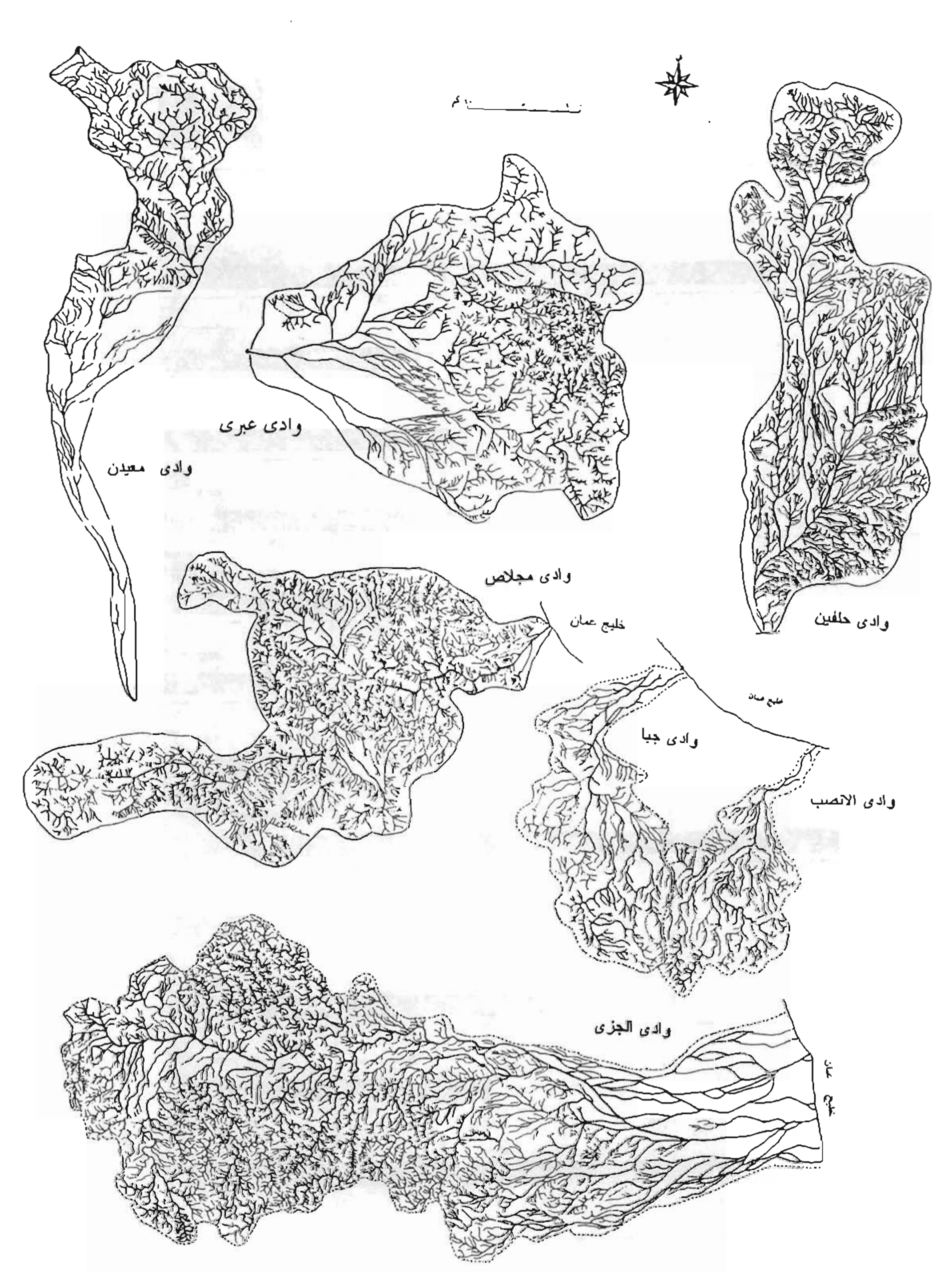
٢ - يصل المتوسط العام لأحواض التصريف الى حوالي ٨٥٠ كم ويصل معامل الاختلاف بينها الى ٧٤,٥٪ ، ويصل المتوسط العام لأطوال المحيطات الى ٢٠٣,٨ كم بمعامل اختلاف حوالي ٥٥,٢٥٪ ، كما يصل المتوسط العام لأطوال الأحواض ذاتها الى حوالي ٥٠ كم بمعامل اختلاف ٤٠٪ ويصل متوسط العرض الى أقل من ١٣ كم وبمعامل اختلاف حوالي ٦١٪ وتعكس هذه الأرقام مقدار التفاوت والاختلاف بين أحواض التصريف في المساحة والأبعاد الأخرى .



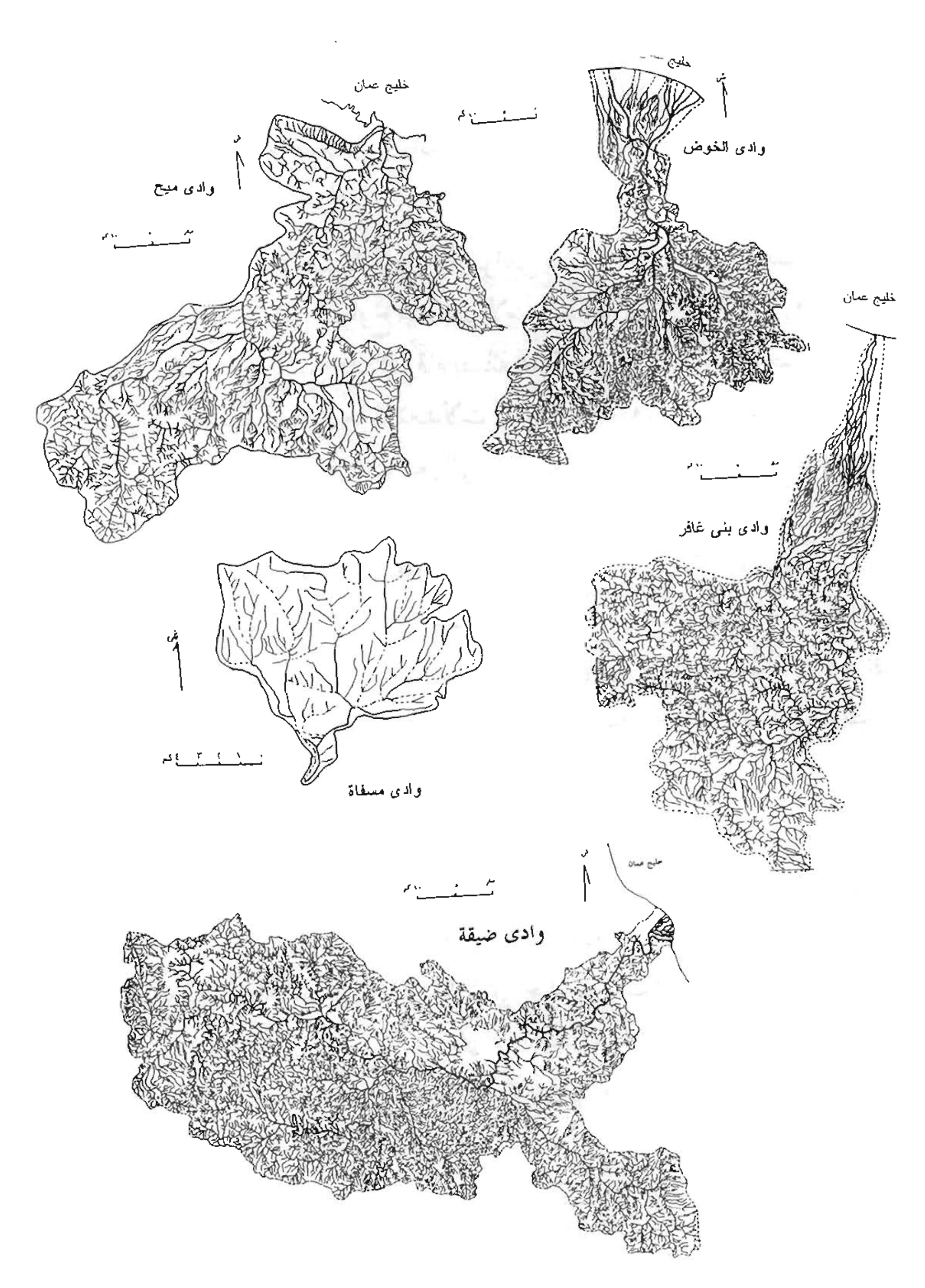
شكل رقم (٤) مساحات أحواض التصريف الأردنية



شكل رقم (٥) أبعاد أحواض التصريف



شكل رقم (٦ ـ ا) أحواض وشبكات التصريف في أودية حلفين وعبرى ومعيدان وجبا ولانصب والجزى



شكل رقم (٦ ـ ب) أحواض وشبكات التصريف في أودية الخوض وميح وبني غافر ومسفاة وضيقة

٣ - تختلف معدلات الاستدارة Circularity والاستطالة Elongation بين أحواض التصريف بشكل واضح مما يبين أن لكل حوض شكله وخصائصه المختلفة والتي تميزه عن غيره من الأحواض .

ويتراوح معدل الاستدارة في الأحواض بين ٠٩ ,٠ - ٤٤ ,٠ بمتوسط عام ٢٨ ,٠ ، وفي المقابل يتراوح معدل الاستطالة بين ٣٦ ,٠ - ٨٣ ,٠ بمتوسط حوالي ٦٨ ,٠ وتعكس هذه الأرقام بصفة عامة جنوح الأحواض ناحية الاستدارة أكثر من الاستطالة ، وتبعا للمعدلات الواردة في الجدول يمكن تقسيم أحواض الأودية من حيث هذين المعدلين الى : أودية ترتفع بها معدلات الاستدارة وتنخفض في المقابل معدلات الاستطالة وهي أودية مسفاة ولانصب وميح وهي من الأودية الصغيرة والمتوسطة المساحة ، ثم بقية الأودية - عدا واد واحد - وتتميز أحواضها بأنها تضم كلا الصفتين في آن واحد حيث تظهر أحواضها أميل الى الاستدارة في مناطق منابعها العليا على حين تميل الى الاستطالة في أجزائها الدنيا ، أما بالنسبة لوادي حلفين فهو أميل الى الاستطالة ربما تحت ظروف تصدع حددت حوضه بهذا الشكل .

٤ - يتراوح انحدار سطوح الأحواض بين ٦ ,٠ من الدرجة فقط الى سبع درجات وبمتوسط عام حوالي ٢ ,٢ درجة ، وتتقارب انحدارات سطوح الأحواض بشكل واضح فيما عدا وادي مسفاة الذي يرتفع انحدار سطحه الى رقم كبير نظرا لوقوعه في منطقة شديدة الانحدار تمثل أحد جوانب الجبل الأخضر ، أما بقية الأودية فينخفض فيها الانحدار عن نصف هذا الرقم ، وبشكل عام يمكن ملاحظة أن انحدار سطوح الأحواض يزيد في الأحواض الصغيرة المساحة بالمقارنة بالأودية الكبيرة .

٢ - العلاقات بين الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف :

من خلال قياس العلاقات بين الخصائص المختلفة عن طريق علاقات الارتباط في المصفوفة السابق الاشارة اليها وكذلك العلاقات الخطية يمكن القول أن هناك مجموعة

جدول رقم (٤) مصفوفة العلاقات بين المتغيرات المختلفة لخصائص أحواض وشبكات التصريف وخصائص التصريف والرواسب

المتغيرات	مساحة الحوض كم٢	طول محيط كم	طول مجاري كم	عرض الحوض كم	استدارة	استطالة	مج أعداد مجاري	معدل تفرع	مج طول مجاري كم	متوسط طول مجاري كم	كثافة تصرف كم/ كم٢	انحدار سطح حوض (درجة)	م .عرض الجريان	معامل الخشونة	كمية التصريف	م .التصريف السنوي	م . أقصى تصريف	م . أدنى تصريف	م .سرعة الجريان	م .متوسط حجم الرواسب
مساحة الحوض كم٢	-	٠,٩٢٦	٠,٨١٤				٠,٨٧٣	٠,٧٤٦	٠,٨٩١						٠,٧٢٠					
طول المحيط كم		-	٠,٨١٢		٠,٧٧٣		٠,٨٣٢		٠,٨٩٢				٠,٦٢٦		٠,٦٢٥					
طول مجاري كم			-				٠,٧٣١	٠,٧٧٠	٠,٧٣٦			٠,٧٦٢								
عرض الحوض كم				-					٦,٨٠											
استدارة					-															
استطالة						-														
مج أعداد مجاري							-	٠,٦١٨	٠,٩١٤						٠,٧٦٨				٠,٦٥٣	٠,٦٦٠
معدل تفرع								-							٠,٧٠٥					
مج طول مجاري كم									-											
متوسط طول مجاري كم										-										
كثافة تصرف كم/ كم٢											-			٠,٨١٦						
انحدار سطح حوض درجة												-			٠,٨٠٢	٠,٨٤٤	٠,٧٦٥	٠,٦٣٩	٠,٦٥٢	٠,٧١٣
م .عرض الجريان																		٠,٦٢٦		
معامل الخشونة																٠,٧٤٦	٠,٦٣٩	٠,٦٣٩	٠,٨٢٨	٠,٦٤٦
كمية التصريف																		٠,٩٦٨	٠,٧٨٣	٠,٦٢٥
م .التصريف السنوي																			٠,٦٣٢	
م .أقصى تصريف																				
م .أدني تصريف																				٠,٧٣٩
م .سرعة الجريان																				
م .حجم الرواسب																				

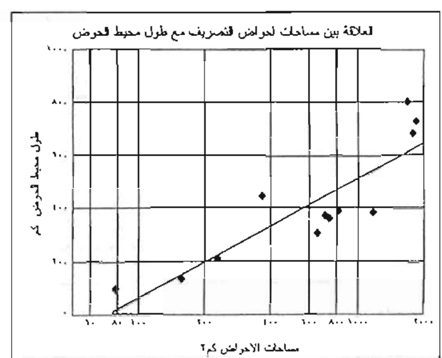
من العلاقات التي يمكن الاستناد عليها في تحديد تأثير هذه المتغيرات على بعضها وطبيعة ومقدار العلاقة بينها ، والجدول (٤) يبين العلاقات القوية بين المتغيرات المختلفة من خلال مصفوفة رياضية .

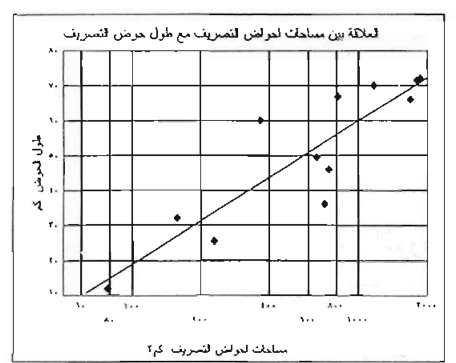
وبناء على نتائج العلاقات بين الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف الواردة في المصفوفة (جدول رقم ٤) وكذلك العلاقات الخطية التي تم اقامتها باستخدام الحاسب الآلي في عمليتي الحساب واقامة العلاقات ورسم الأشكال وجدير بالذكر أن العلاقات الخطية قد اقيمت للمتغيرات التي زادت فيها علاقات الارتباط عن ٦ ,٠ بدرجة احتمالية والتي بنيت على علاقات الارتباط الأعلى من ٦ ,٠ والتي يرتفع مستوى الثقة فيها إلى ٥ ,٠ يمكن القول :

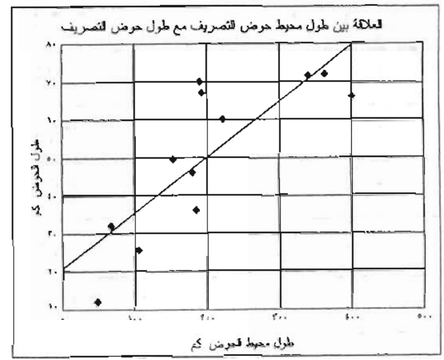
١- توجد علاقة قوية موجبة بين لوغاريتم مساحات أحواض التصريف مع كل من أطوال الأحواض وأطوال محيطاتها . حيث يزيد كلا المتغيرين في الأحواض الكبيرة المساحة وينخفضان في الأحواض الصغيرة . ويبين هذه العلاقة الشكل رقم (٧) الذي يوضح العلاقات الخطية بين هذه المتغيرات .

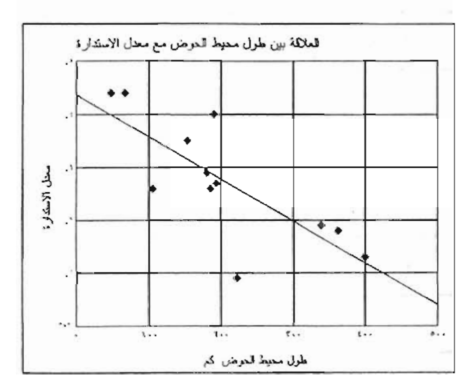
٢- توجد علاقة قوية موجبة بين أطوال محيطات أحواض التصريف مع أطوال الأحواض . أي أن الأحواض ذات المحيطات الكبيرة تكون أطوالها كبيرة كذلك والعكس صحيح . والشكل رقم (٧) يوضح العلاقة الخطية بين كلا المتغيرين .
ومن جهة أخرى فإن العلاقة قوية وعكسية بين أطوال محيطات الأحواض مع معدل استدارتها . مما يعني أن الأحواض ذات المحيطات الكبيرة ينخفض معدل استدارتها على حين يرتفع المعدل في الأحواض ذات المحيطات الصغيرة .

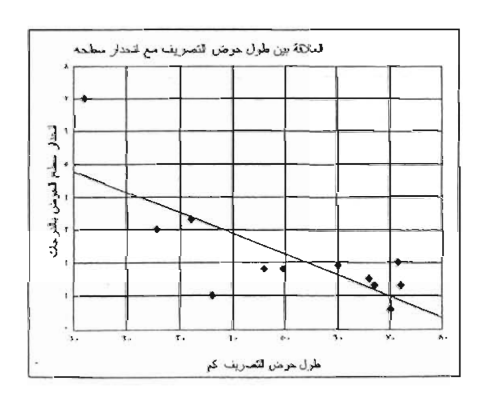
٣- هناك علاقة قوية وعكسية بين أطوال أحواض التصريف ومتوسط انحدار سطوحها بمعنى أنه كلما قل طول حوض التصريف ازداد انحدار سطحه وفي المقابل يقل الانحدار في حالة الأحواض ذات الأطوال الكبيرة شكل رقم (٧) .











شكل رقم (٧) العلاقات الخطية بين الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف

٣- خصائص شبكات التصريف :

يلخص الجدول التالي خصائص شبكات التصريف في مجموعة الأودية المختارة تبعاً للقياسات السابق الأشارة إليها . كما يوضح الشكل رقم (٦أ و ٦-ب) شبكات التصريف في هذه الأودية .

جدول رقم (٥) الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف في الأودية

الأوديـة	مج . اعداد المجاري	معدل التفرع	مج . اطوال المجاري	مج . اطوال المجاري	كثافة التصريف
بني غافر	٢٧٠٩	٤, ٨٦	٣٠٦٦	١, ١٣	١, ٧١
الخوض	٣٥٤٨	٣, ٩٩	٤٩٧٩	١, ٤	٢, ٧
جبا	٣١٩	٣, ٩٠	٣٩٨	١, ٢٥	١, ٧
لانصب	٢٥٩	٣, ٧٣	٣١٠	١, ٢	٢, ٠
الجزى	٢٨٥٣	٤, ٥٧	٢٥٧٢	٠, ٩٠	٢, ٩٠
عبرى	١٢٩٥	٣, ٣	١٢٨٧	٠, ٩٩	١, ٨
ميح	٢١٠٩	٣, ٩	٢٢٠٠	١, ٠٤	٣, ٠
مجلاس	٢٢٠٦	٣, ٤	١٨٨٣	٠, ٨٥	٢, ٩
ضيقة	٤٥١٣	٥, ٣	٣٣٤٩	٠, ٧٤	١, ٨
حلفين	١٢٥٩	٥, ٠	١٧٢٧	١, ٤	١, ٨
معيدن	٤٣٢	٣, ٦٦	٦٣٧	١, ٤٧	١, ٧
مسفاة	١٣٤	٣, ٢	١٩٢	١, ٤	٢, ٥

ومن الجدول السابق تتضح النتائج التالية :

١- أن مجموع أعداد المجاري يتراوح بين ١٣٤ - ٤٥١٣ مجرى من الرتب المختلفة داخل أحواض التصريف . ويصل معامل الاختلاف بين أعداد مجاري الأودية

إلى ٧٩٪ . وتعكس هذه الأرقام مقدار التفاوت في أعداد المجاري بين شبكات التصريف في مساحات أحواض التصريف وكذلك الظروف الأخرى . وبشكل عام يقل عدد المجاري في الأحواض الصغيرة المساحة عن ٥٠٠ مجرى كما يقل في الأحواض المتوسطة المساحة عن ٢٥٠٠ مجرى ، ويزيد عن ذلك في الأحواض الكبيرة المساحة .

وعلى مستوى الرتب تضم الرتبة الأولى والثانية حوالي ٤ ,٩٥٪ من مجموع أعداد المجاري وتمثل مجاري الرتبة الأولى وحدها ما يزيد عن ثلاثة أرباع أعداد المجاري حيث تصل إلى ٧٨٪ من هذا المجموع . وفي المقابل يقع أقل من ٥٪ فقط من أعداد المجاري في بقية الرتب بالكامل . ولا توجد اختلافات بين الأحواض الصغيرة والكبيرة في هذه النسب ، حيث تتقارب في نسبة أعداد مجاري هاتين الرتبتين إلى مجموع أعداد المجاري فيها .

ومن المحتمل أن تركز المجاري بصفة في الرتبتين الأولى والثانية يرجع إلى ظروف الجفاف وزيادة تأثير فعل التجوية وبالتالي زيادة سمك المفتات وخلو السطح من النبات الطبيعي مما يساعد على تكوين المجاري في الرتبة الأولى بصفة خاصة . أيضاً لابد من الأخذ في الاعتبار طبيعة الجريان في المناطق الصحراوية وما يتميز به من سرعة وقوة مع تركيز مما يؤدي إلى تكون المجاري في الرتبة الأولى عن طريق إزالة هذه المفتتات من على السفوح .

كما أنه من المحتمل أن زيادة الأعداد في هاتين الرتبتين تمثل انعكاساً للمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها شبكات التصريف وهي غالبا مرحلة النضج .

٢- يتراوح معدل التفرع في شبكات تصريف الأودية بين ٢ ,٣ - ٣ ,٥ بمتوسط عام حوالي ٤ . ويعكس هذا التقارب في المعدل بين شبكات تصريف الأودية وهذا ما يوضحه معامل الاختلاف الذي يصل إلى ١٧٪ فقط .

وجدير بالذكر أن هذه المعدلات تتفق مع المعدلات العالمية التي وردت في الكتابات السابقة على سبيل المثال هورتون Horton ذكر أن متوسط معدل التفرع حوالي ٥٢ ,٣ . وتراوح عند كواتس Coates بين ٨ ,٢ - ٩ ,٤ وكان في الرتب الأولى بين ٤-١ ,٥ (ستريللر A.N. Strahler, 1957,p914 - 915) .

٣- يتراوح مجموع أطوال المجاري في شبكات تصريف الأودية بين ١٩٢ - ٤٩٧٩ كيلومتر وبمتوسط عام ١٨٨٣كم . وتتفاوت الأطوال بين شبكات التصريف بنفس درجة تفاوت أعداد المجاري حيث يصل معامل الاختلاف إلى ٧٧٪ . ويزيد مجموع الأطوال في الأحواض الكبيرة المساحة عن ٢٥٠٠كم . ويتراوح بين ١٠٠٠ - أقل من ٢٥٠٠ كم في الأحواض المتوسطة المساحة وبين حوالي ٢٠٠ - ٦٠٠ كم في الأحواض الصغيرة المساحة . ويرتبط مجموع أطوال المجاري بأعداد المجاري ومساحات الأحواض داخل الشبكة . وسوف يتضح هذا من خلال العلاقات بين المتغيرات والتي سوف يتم تناولها في الجزء التالي .

٤- يتقارب متوسط أطوال المجاري في شبكات تصريف الأودية حيث يتراوح بين ٧٤ ,٠-٤٧ ,١ كم بمتوسط ١٥ ,١كم . ويوضح معامل الاختلاف مدى هذا التقارب حيث يصل إلى أقل من ٢٢٪ . ولا يرتبط متوسط الطول داخل الأودية بمتغير معين ، ولعل هذا يوضح تأثره بأكثر من عامل في وقت واحد .

٥- تتراوح كثافة التصريف في شبكات التصريف بين ٧ ,١ - ٣كم/ كم٢ وبمتوسط عام ٢ ,٢ كم/ كم٢ . ولا توجد فروق كبيرة في الكثافة بين الأحواض ، حيث يصل معامل الاختلاف إلى حوالي ٢٧٪ . وتفيد الدراسات السابقة أن كثافة التصريف يتراوح بين ٣-٤٠٠ كم/ كم٢ (Ran. K.Linsley, et. 1982,p.313)

وجدير بالذكر أن هذه المعدلات تعتبر منخفضة بالمقارنة بالأرقام العالمية الأخرى ، ولعل هذا يرجع إلى المصدر الذي استخدم في استخراج شبكات تصريف الأودية وهي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/ ١٠٠,٠٠٠ والتي لا تمثل فيها المجاري من الرتب الدنيا على الاقل مجاري الرتبة الأولى الفعلية كنتيحة لمقياس الرسم . كما أن هناك عامل آخر يجب أخذه في الاعتبار وهو صلابة الصخور خاصة أن جزءاً كبيراً من أحواض التصريف يتكون أساسا من صخور الأفيوليت .

٤ - العلاقات بين خصائص الأحواض وخصائص شبكات التصريف :

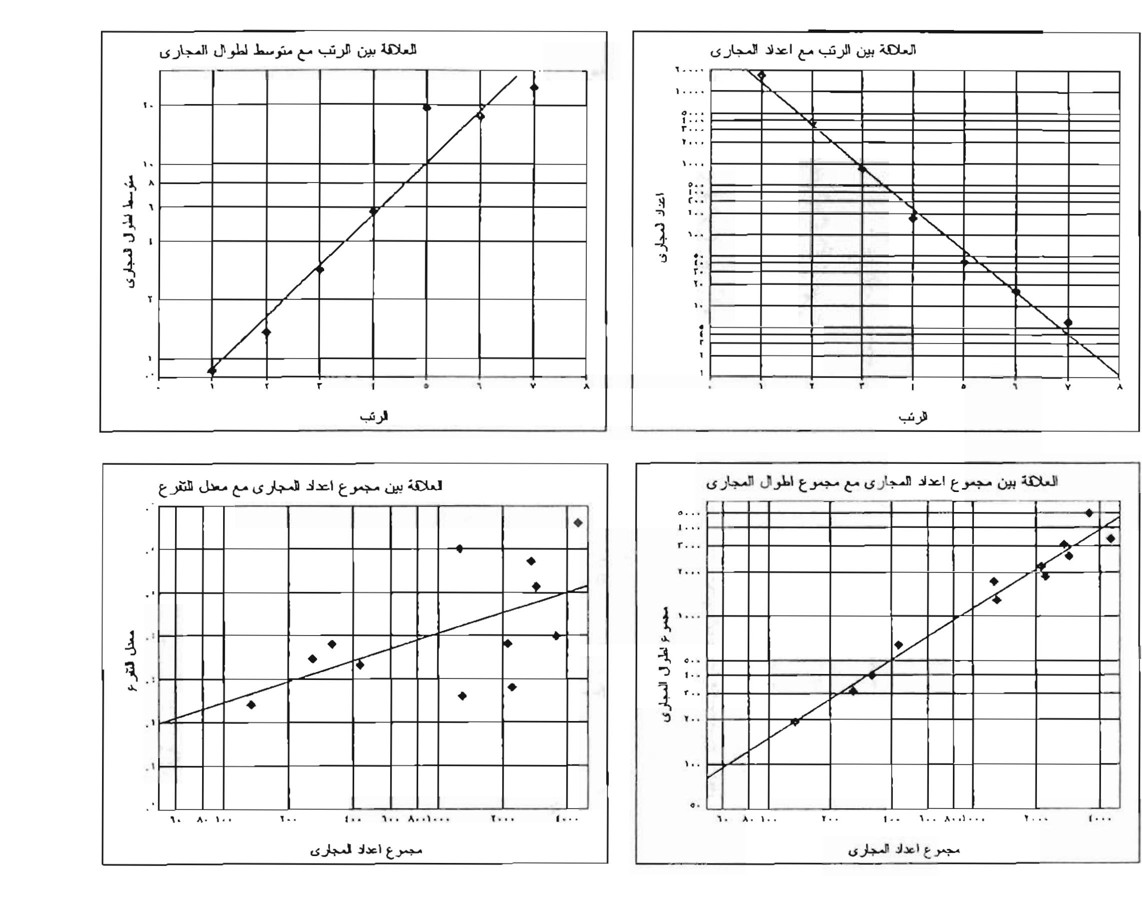
من خلال علاقات الارتباط الواردة في المصفوفة والعلاقات الخطية الموضحة في الشكل رقم (٨ أو ٨ ب) يمكن تلخيص العلاقات بين الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف مع الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف فيما يلي :

١- توجد علاقة عكسية شبه كاملة بين الرتب مع لوغاريتم أعداد المجاري . وعلاقة طردية شبه كاملة بين الرتب مع لوغاريتم متوسط أطوال المجاري . شكل (٨ أ) .

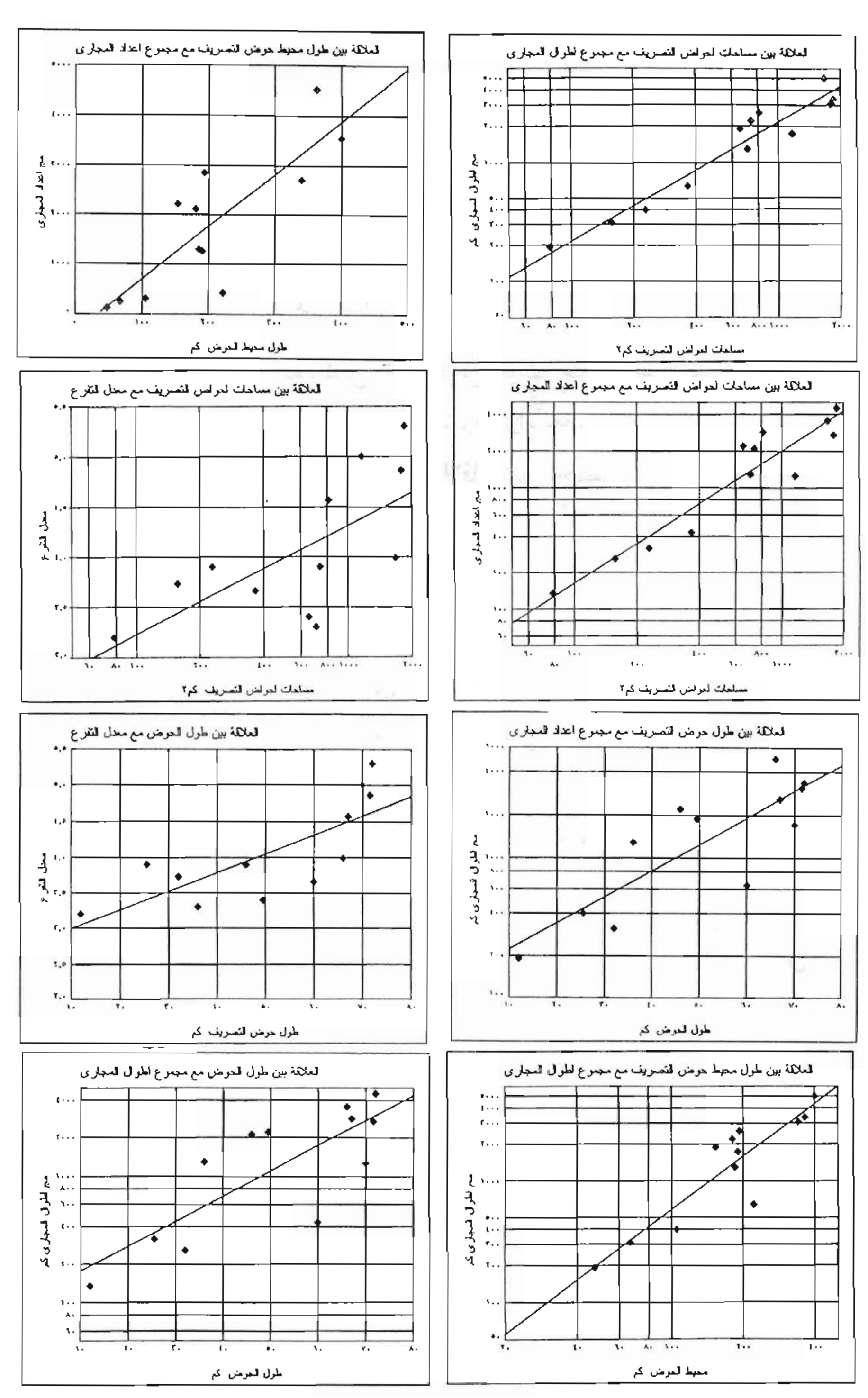
٢ - علاقة موجبة وقوية جداً بين لوغاريتم مساحات أحواض التصريف مع كل من لوغاريتم أعداد المجاري ولوغاريم أطوال المجاري شكل رقم (٨ ب) . مما يعني أن أحواض التصريف الكبيرة المساحة تضم أعداداً كبيرة من المجاري وتضم أيضاً مجموع أطوال مجاري كبيراً آذا قورنت بالأحواض الصغيرة المساحة شكل رقم (٨ ب) .

٣- هناك علاقات موجبة قوية بين أطوال أحواض التصريف مع كل من لوغاريتم مجموع أعداد المجاري ولوغاريتم مجموع أطوال المجاري وأيضاً نفس العلاقة مع معدل التفرع في شبكات تصريف الأودية . وبالتالي يمكن القول أن أحواض التصريف ذات الأطوال الكبيرة تضم أعداداً كبيرة من المجاري وكذلك يزيد بها مجموع أطوال المجاري شكل رقم (٨ ب) .

٤- توجد علاقة موجبة وقوية جداً بين لوغاريتم أعداد المجاري ولوغاريتم مجموع أطوال المجاري والشكل رقم (٨ أ) يبين مدى قوة هذه العلاقة .



شكل رقم (٨ـ١) العلاقات الخطية بين الخصائص الموفومترية لأحواض التصريف مع الخصائص المورفومترية لشبكات تصريف الأودية



شكل رقم (٨ ـ ب) العلاقات الخطية بين الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف مع الخصائص المورفومترية لشبكات تصريف الأودية

ثالثاً : خصائص التصريف في الأودية

يتناول هذا الجزء موضوعين أساسيين :

الأول : يهتم بتحليل خصائص الجريان من حيث حجم ومتوسط كمية التصريف وأقصى وأدنى وأقصى وأدنى تصريف ، والتردد والأبعاد والمنحنى البياني للتصريف وكذلك فصلية الجريان ، والثاني يتناول العلاقات بين الخصائص المورومترية لأحواض وشبكات التصريف مع خصائص التصريف .

أ - حجم التصريف Discharge Magnitude :

يصل المتوسط العام للتصريف في مجموعة الأودية موضوع الدراسة خلال الفترة بين ١٩٧٥ - ١٩٨٥ إلى ٤١٥ م٣/ ث . ويصل أدنى تصريف في المجموعة إلى حوالى ٧ ,٨٥م٣/ ث . ويرتفع في المقابل أقصى تصريف إلى ١٦٨٠م ٣ث . ويصل معامل الاختلاف بين الأرقام إلى ١١٥٪ مما يبين مدى الاختلافات والفوارق بين كميات التصريف التي جرت في الأودية .

ويلخص الجدول التالي البيانات الخاصة بالتصريف في عشرة أودية* ، من حيث المتوسط وأقصى وأدنى والمجموع والانحراف المعياري خلال الفترة من ٧٥-١٩٨٥ .

* الأودية التي لم ترد في الجدول من مجموعة أودية الدراسة لم تتوافر عنها بيانات .

جدول رقم (٦) متوسط وادنى وأعلى ومجموع كميات التصريف في أودية شمال عمان

(P.A. W.R report: PAWR 1-86-21 pp. 6-190)

الوادي	م . التصريف م٣/ ث	ادنى تصريف م٣/ ث	اقصى تصريف م٣/ ث	مج . التصريف م٣/ ث	الانحراف المعياري
حلفين	٥٨٧, ٦٠	١٣, ٠٠	٤١٣٠, ٠٠	٦٤٦٤, ٠٠	١١٩٩, ٦٠
لانصب	١٦٢, ٥٠	٣, ٥٠٠	٦١٢, ٠٠	٦٥٠, ٠٠	٢٢٩, ٩٢
ميح	١٢٩, ١٧	٠٠٠	٢٣٦, ٠٠	٧٧٥, ٠٠	١٠٣, ٢٧
الخوض	٢٥٧, ٠٠	١٢, ٠٠	٨٧٢, ٠٠	٤٦٢٦, ٠٠	٢٥٧, ٣٩
مسفاة	١٢٢, ٥٩	١, ٢٠٠	٥٥٥, ٠٠	١٧١٦, ٢٠	١٦٧, ٧٩
معيدن	٤٨٩, ٤٢	٢٩, ٠٠	٤٢٠٠, ٠٠	٥٨٧٣, ٠٠	١١٧٣, ١٦
جبا	١٠٧, ٨٠	٠٠٠	٣٧٦, ٠٠	٥٣٩, ٠٠	١٥٩, ٨٦
مجلاص	٢٥٦, ٨٦	٠٠٠	١٠٨٠, ٠٠	١٨٦١, ٠٩٠	١٤٤, ٣٦
ضيقة	٨٤٨, ٣٢	٢٣, ٠٠	٦٠٢٠, ٠٠	٢١٢٠٨, ٠٠	١٣٣٩, ١٢
بني غافر	٣٤٢, ٥٩	٠٠٠	١٠٩٠, ٠٠	٥٨٢٤, ٠٠	٢٩٨, ٧٨

ومن الجدول السابق يتضح ما يلي :

١- من حيث متوسط وأقصى وكذلك مجموع التصريف يأتي وادي ضيقة في المركز الأول وهو من الأودية التي تتمتع بجريان غزير حيث جرى به خلال هذه الفترة ما يقرب من ٨ ,٤٢٪ من مجموع تصرفات الأودية . ويرجع هذا إلى كبر مساحة حوضه وأرتفاع منابعه ووجود تغذية جوفية شبه مستمرة طول العام وهي إن كانت لا تساهم بجزء كبير من التصريف إلا أنها تساعد على انخفاض كمية الفاقد عن طريق التسرب أثناء عمليات الجريان التي تتم في الوادي .

وتختلف بقية المراكز بين الأودية دون ما ارتباط واضح مع مساحة الحوض ، حيث تتقدم بعض الأودية الصغيرة مثل معيدن وحلفين على أودية الخوض وبني غافر

رغم كبر مساحة الأخيرين . ويرجع ذلك إلى وقوع منابع واديا معيدن وحلفين في منطقة الجبل الأخضر الذي يتميز بغزارة أمطاره وزيادة كميتها عن المناطق المجاورة .

إلا أن هذا لم يمنع من سيطرة الأودية الكبيرة المساحة على معظم كميات التصريف فقد ساهمت ثلاثة أودية كبيرة هي ضيقة والخوض وبنى غافر بحوالي ٦٤٪ من المجموع الكلي للتصريف على حين كانت نسبة الأودية المتوسطة والصغيرة المساحة هي ٤, ١٨ و ٦, ١٧٪ على التوالي .

٢- كما هو واضح تختلف كمية التصريف بين الأودية اختلافاً واضحاً كما تختلف أيضاً داخل الوادي الواحد بين مرة الجريان والأخرى . وتأتي أودية ضيقة وحلفين ومعيدن أكثر الأودية تفاوتاً وكانت أكثرها تصرفاً كذلك . وتأتي أودية الخوض ولا نصب وبني غافر متوسطة من حيث التفاوت والتصريف ثم تأتي أودية ميح ومجلاص وجبا ومسفاة أكثرها تقارباً في كميات التصريف .

ب - التردد Frequency :

الجدول التالي يبين عدد مرات الجريان التي جرت في كل من الأودية العشر السابقة وعدد السنوات ومرات ترددها أو التكرار ومتوسط طول الفترة الفاصلة بين مرة جريان وأخرى وذلك خلال الفترة من ٧٥ - ١٩٨٥ . ويوضح الشكل رقم (٩) مجموع مرات الجريان في الأودية خلال هذه الفترة .

جدول رقم (٧) تكرار الجريان في الأودية العشرة خلال الفترة ٧٥-١٩٨٥

الوادي	عدد مرات التصريف	عدد السنوات	معدل تكرار التصريف	متوسط طول الفترة الفاصلة بالسنوات	ادنى فترة فاصلة (سنة)	اقصى تكرار خلال سنة واحدة	السنة التي وقع بها اقصى تكرار
حلفين	١١	٦	١,٨٣	٠,٥٥	٠,٢٠	٥	١٩٨٣
لانصب	٤	٢	٢,٠٠	١	٠,٣٣	٣	١٩٨٢
مسيح	٦	٤	١,٥٠	٠,٦٧	٠,٣٣	٣	١٩٨٢
الخوض	١٨	١١	١,٦٤	٠,١٦	٠,٢٥	٤	١٩٧٧
مسفاة	١٤	٥	٢,٨٠	٠,٣٦	٠,١٧	٦	١٩٨٣
معيدن	١٢	٦	٢,٠٠	٠,٥٠	٠,٢٠	٥	١٩٨٢
جبا	٥	٤	١,٢٥	٠,٨٠	٠,٥٠	٢	١٩٨٣
مجلاص	٧	٥	١,٤٠	٠,٧١	٠,٥٠	٢	١٩٨٣
ضيقة	٢٥	١٠	٢,٥٠	٠,٤٠	٠,١٤	٧	١٩٨٢
بني غافر	١٧	٧	٢,٤٣	٠,٤١	٠,٢٥	٤	١٩٨٣

المصدر: (P.A.W.R., 1986 Report 1-86-21, pp.6-190

من الجدول السابق يتضح ما يلي :

١- من حيث توزيع مرات الجريان بين الأودية فقد مر بالأودية حوالي ١١٩ مرة جريان بمتوسط حوالي ١٢ مرة تصريف للوادي الواحد أي بمتوسط حوالي ١,١ مرة جريان واحدة للوادي الواحد خلال السنة . ويختلف عدد مرات الجريان الفعلي بين الأودية عن ذلك اختلافاً واضحاً وقد سيطرت الأودية الثلاثة الكبيرة وهي ضيقة والخوض وبني غافر على ٥٠٪ من عدد مرات الجريان . ثم جاءت الأودية التي تنبع من الجبل الأخضر وهي أودية مسفاة ومعيدن وحلفين وهي أودية صغيرة ومتوسطة بعدها في الرتبة وساهمت بحوالي ٣١٪ على حين ساهمت

أودية لانصب وميح وجبا ومجلاص بنسبة ١٩٪ فقط وهي نسبة تقل عن ما يساهم به وادي ضيقة وحده .

٢- تراوح معدل التكرار أو التردد في الأودية بين ٢٥ ,١ - ٥ ,٢ بمتوسط أقل من ٢ مرة تصريف خلال السنة الواحدة وذلك على مستوى مجموعة الأودية بالكامل وهو رقم قريب من أرقام الجريان في الأودية الصحراوية الأخرى . فعلى سبيل المقارنة ذكر وليامز ١٩٧٨ Williams (W.L.Graf 1988p.104)أن المتوسط كان ٥ ,١ وتراوح في حوالي سنة واحدة إلى ٣٢ سنة .

٣- يصل متوسط طول الفترة الفاصلة بين مرة جريان وأخرى إلى ٦ ,٠ سنة . ويختلف طول الفترة بين واد وآخر ويتراوح بين ٣٦ ,٠ من السنة فقط كما في وادي مسفاة إلى سنة كاملة كما في وادي لانصب .

٤- تراوح عدد مرات تكرار أو تردد التصريف خلال السنة الواحدة بين٢-٧ مرات بمتوسط عام حوالي ٤ مرات . وقد وقع أعلى تردد للتصريف في وادي ضيقة وكان أدنى تردد من نصيب وادي مجلاص . وقد تراوح طول الفترة الفاصلة بين مرات التصريف التي جرت خلال سنة واحدة بين ١٤ ,٠ من السنة فقط أي بمعدل أقل من أربعة شهور إلى حوالي ٥٠ ،٠ من السنة أو مايقرب م ننصف عام كامل وعلى حين كان الرقم الأول يخص وادي ضيقة فإن الرقم الثاني يخص واديا مجلاص وجبا . وقد كان المتوسط العام حوالي ٢٩ ,٠ من السنة أي ما يقرب من ٥ ,٣ شهر فقط وهي فترة قصيرة .

٥ - جاءت أعوام ١٩٨٢ و١٩٨٣ من أكثر الأعوام تكراراً لمرات الجريان مما يوضح زيادة معدلات المطر الساقطة خلال هذين العامين . ويوضح هذا أيضاً احتمال أن عملية التساقط قد شملت كل المنطقة أو غطت معظم شمال عمان .

٦ - تمثل عملية الجريان التي تزيد كمية التصريف فيها عن ٢٥٠م٣/ ث حوالي ٢٩٪ من مجموع عمليات التصريف خلال الفترة المشار إليها . اختلفت هذه النسبة بين

الأودية فقد كانت صفر في وادي ميح على حين مثلت أكثر من ٥٠٪ في واديي بني غافر وضيقة .

وتمثل عمليات الجريان التي تزيد فيها كمية التصريف عن ٥٠٠م ٣/ ث حوالي ١٥٪ من المجموع . واختلفت كذلك النسبة في الأودية بين الصفر و٣٦٪ والرقم الأول يخص وادي ميح على حين الآخر يخص وادي ضيقة .

جـ- سرعة الجريان Velocity :

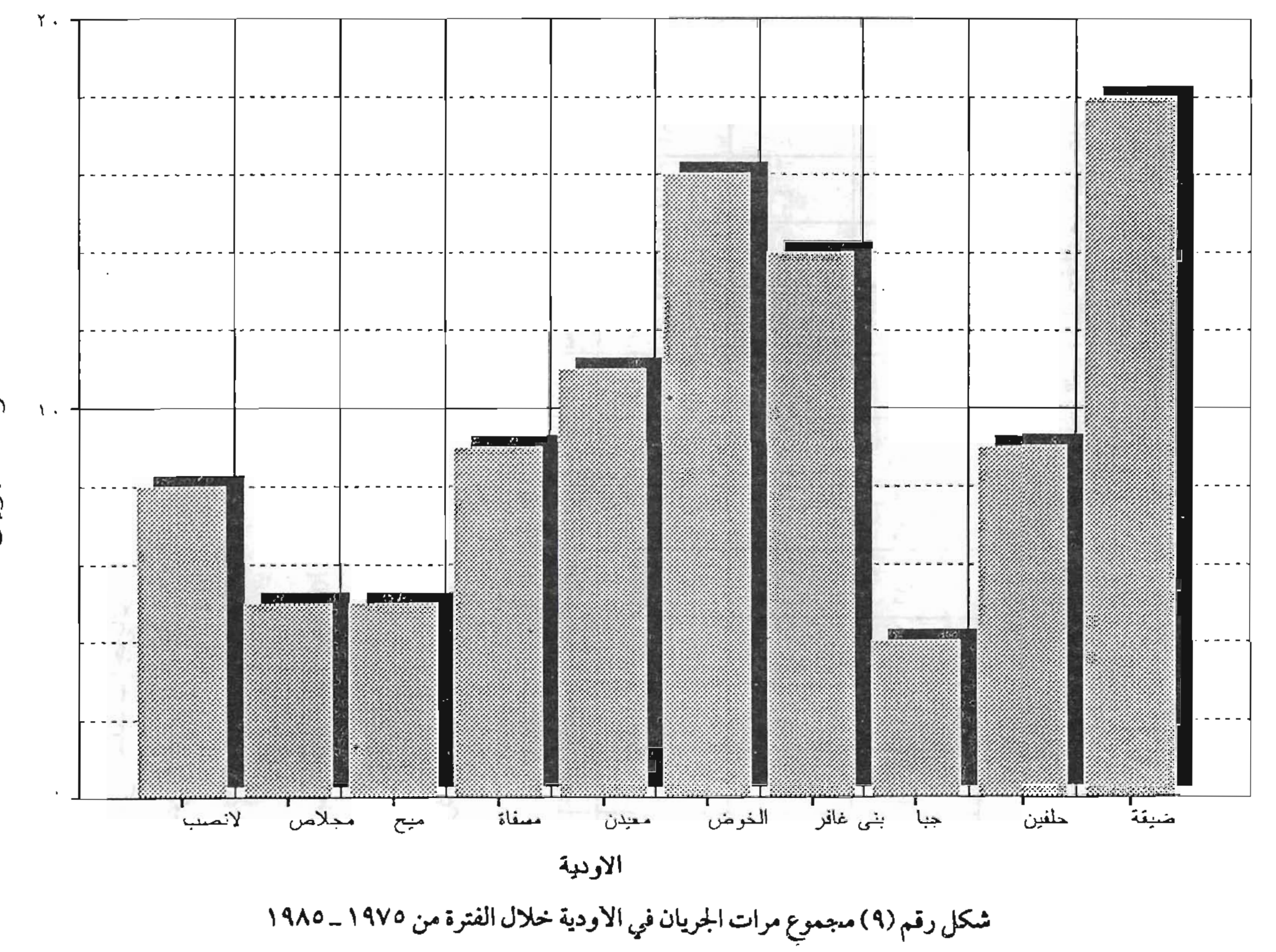
يخلص الجدول التالي كل من متوسط وأقصى وأدنى سرعة للتصريف في الأودية .

جدول رقم (٨) متوسط وأقصى وأدنى سرعة للجريان في الأودية

الوادي	حلفين	لانصب	ميح	الخوض	مسفاة	معيدن	جبا	مجلاص	ضيقة	بني غافر	الجزى	عبرى
م سرعة م/ ث	١, ٧٢	١, ٧٧	٢, ٤٨	١, ٩٤	٢, ٣٣	٣, ٢٧	١, ٢٢	٢, ٢٤	٤, ٦٦	٢, ٠٨	١, ٩٣	١, ٨٧
اقصى سرعة م/ ث	٣, ٦٧	٢, ٢٥	٢, ٩٢	٢, ٥٧	٢, ٥٧	٧, ٢٥	١, ٧٢	٣, ٤٥	٩, ٧٢	٣, ٤٠	٣, ١٤	٢, ٤٩
ادنى سرعة م/ ث	١, ١٤	١, ١٤	١, ٥٨	٠, ٨١	٢, ٠٩	١, ٠٨	٠, ٨٣	١, ١٠	١, ٢٩	١, ١٢	١, ٣٨	١, ٢٤

(المصدر: .P.A.W.R. 1985, report PAWR, 85-15, pp. 15 - 22)

ومن الجدول السابق يمكن القول أن المتوسط العام لسرعة التصريف على مستوى الأودية تصل إلى حوالي ٢م/ ث . إلا أن الأرقام الفعلية تبين أن هناك اختلافاً واضحاً على مستوى الأودية أي بين واد وآخر . ثم كذلك داخل الوادي الواحد بين مرة جريان وأخرى .



شكل رقم (٩) مجموع مرات الجريان في الأودية خلال الفترة من ١٩٧٥ ـ ١٩٨٥

وقد وصلت اقصى سرعة للتصريف إلى ما يقرب من العشرة أمتار في وادي ضيقة . وبشكل عام اختلفت اقصى سرعات في الأودية بين ٧٢ ,١ - ٧٢ ,٩ م/ ث . مما يعكس التفاوت الكبير بين الأودية من حيث السرعة . وكان متوسط السرعات القصوى حوالي ٧٧ ,٣ م/ ث .

وفي المقابل تراوحت السرعات الدنيا التي سجلت خلال الجريان بين ٨٣ ,٠ في وادي جبا إلى ما يزيد عن المترين في وادي مسفاة .

وبشكل عام تميزت بعض الأودية بتسجيلها لسرعات عالية لتصرفاتها وهي أودية ضيقة ومعيدن وميح ومسفاة . وفي المقابل تميزت مجموعة أخرى بالسرعات المنخفضة هي أودية جبا وحلفين ولا نصب وعبري والجزى . على حين سجل واديا بني غافر ومجلاص سرعات متوسطة في الغالب .

وعلى سبيل المقارنة بالأودية في المناطق الصحراوية الأخرى فإن الدراسات السابقة تشير إلى أن السرعة تتراوح بين ١-٨ م/ ث . وتختلف السرعة مع موجات التصريف Discharge Pulses وقد تراوحت السرعة بين ٢ ,١ - ٦ ,١ م/ ث في بعض أودية شمال الجزائر ، وفي أحد السيول التي جرت في وادي معان بجنوب الأردن وصلت السرعة إلى ٥ م/ ث وارتفعت خلال عملية الجريان إلى ١٢م/ ث إلا أن هذا الارتفاع كان لمدة قصيرة جدا (A.P.Schick, 1988,pp.198-119) .

د ـ أبعاد التصريف Discharge Paramaters :

يقصد بأبعاد الجريان كل من عمق وعرض التصريف وانحداره وقيمة معامل الخشونة (n) في قاع المجرى . والواقع أن دراسة مثل هذه الجوانب يساعد في التعرف على طبيعة الجريان في هذه المناطق بما يفيد في التعامل معه واستغلاله هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن لها علاقة وطيدة مع كل من شكل ونمط المجرى Ran Cooke et. ، al 1993 p.151

ويلخص الجدول التالي هذه البيانات لمجموعة الأودية عدا وادي عبري الذي لم تتوافر عنه بيانات .

جدول رقم (٩) ابعاد التصريف في الاودية

الوادي	العمق بالمتر			العرض بالمتر			الإنحدار م/ م			معامل الخشونة
حلفين	١, ٩٥	٦, ١٩	٠, ٤٤	٦٤, ٢٢	٠, ١٠٢	٢٥, ٨	٠٠, ٧	٠٠, ٨	٠, ٠٠٥	
لانصب	٠, ٩٦	١, ٣٥	٠, ٥١	٤٤, ٢٣	٤٧, ٣	٣٩, ٧	٠, ٠٠٦	٠, ٠٠٦	٠, ٠٠٥	٠, ٠٣٨
ميح	١, ٤٩	١, ٧٥	٠, ٩١	٤٥, ٣٠	٤٧, ٧٠	٤٠, ٣٠	٠, ٠٠٨	٠, ٠٠٨	٠, ٠٠٨	٠٠
الخوض	١, ٣٩	٢, ٦٧	٠, ٤٥	٩٦, ٩	١٦٣	٤٥	٠, ٠٠٦	٠, ٠٠٨	٠, ٠٠٢	٠, ٠٤٥
مسفاة	١, ٧٩	١, ٨٤	١, ٧٤	٦٧	٨٥, ٧٠	٤٨, ٣	٠, ٠٠٤	٠, ٠٠٤	٠, ٠٠٤	٠, ٠٤٣
معيدن	١, ٤٠	٣, ٦٠	٠, ٥١	٩٠, ٤٠	١٦١	٥٢, ٥	٠, ٠٠٨	٠, ٠١٠	٠, ٠٠٤	٠, ٠٣٧
جبا	٠, ٦٥	١, ١٣	٠, ٢٩	٨٧, ١٠	١٩٤	٣٣	٠, ٠٠٤	٠, ٠٠٥	٠, ٠٠٤	٠, ٠٣٧
مجلاص	١, ٢٠	٢, ٣٩	٠, ٣٧	٧٤	١٣١	١٩, ٧	٠, ٠٠٦	٠, ٠١٠	٠, ٠٠٥	٠, ٠٣٦
ضيقة	٢, ٢٤	٥, ٣٩	٠, ٤٩	١٥١	١٨٣	٧٨, ٧	٠, ٠٠٣	٠, ٠٠٤	٠, ٠٠٢	٠, ٠٣٧
بني غافر	١, ٠٩	١, ٦٧	٠, ٧٤	٨١, ٦	١٢٠	٥٢	٠, ٠٠٥	٠, ٠٠٦	٠, ٠٠٤	٠, ٠٣١
الجزى	٠, ٨٦٦	١, ٧٦	٠, ٢١	٦٨, ٢٤	١١١	١٧, ٣	٠, ٠٠٥	٠, ٠٠٦	٠, ٠٠٤	٠, ٠٣٦

المصدر : (P.A.W.R., 1985 Report PAWR-85-15, pp.15-20

ومن الجدول السابق يتضح ما يلي :

١- **بالنسبة للعمق** : يصل المتوسط العام لعمق التصريف إلى ٣٧ ,١م . ويتراوح بين ٦٥ ,٠ - ٢٤ ,٢م . ويلاحظ عدم وجود ارتباط بين حجم الوادي وعمق الجريان . ففيما عداً وادي ضيقة الذي يعتبر من الأودية الكبيرة جاء واديا حلفين ومسفاة على رأس الأودية من حيث عمق الجريان وهما من الأودية المتوسطة والصغيرة على التوالي ، كما انخفض العمق في واديا الجزي وبني غافر وهما من الأودية الكبيرة .

وبشكل عام يمكن القول أن العمق يختلف بين وادي وHخر ، وداخل الوادي الواحد بين مرة الجريان والأخرى تبعاً لمجموعة أخرى من المتغيرات والخصائص غير حجم الوادي أو مساحة حوضه ولعل شكل وأبعاد المجرى وكمية التصريف وانحداره تمثل أهم تلك المتغيرات .

كما يلاحظ أن بعض التصريفات كانت ذات عمق كبير حيث وصل إلى أكثر من ٥ أمتار كما هو في واديا حلفين وضيقة . ومن ناحية أخرى كان هناك تقارباً واضحاً بين بقية الأودية حيث تراوح عمق الجريان بين ٥ ,١ م إلى ٥ ,٣م .

وفي المقابل كان أدنى عمق سجلته التصريفات هو ٢١ ,٠م فقط في وادي الجزى وكانت جميع الأرقام الدنيا أقل من المتر عدا وادي مسفاة .

٢- **وبالنسبة لعرض الجريان** فقد تراوح بين ٤٤م - ١٥١م وبمتوسط عام حوالي ٧٩م وتعكس الأرقام تفاوتاً كبيراً سواء بين الأودية أو بين عمليات الجريان في الوادي الواحد .

وقد ارتفعت الأرقام القصوى إلى أرقام كبيرة حيث كان المتوسط ١٢٢م وفي المقابل كان متوسط الأرقام الدنيا لعرض التصرفات حوالي ٤٠ متراً .

٣- تراوح الانحدار العام للتصريف بين ٠٠٣ ,٠ إلى ٠٠٧ ,٠ م/ م بمتوسط ٠٠٦ ,٠ م/ م . ويختلف أيضاً بين الأوية كما يختلف بين التصرفات .

٤ - كما تراوح متوسط خشونة القاع في المجاري بين ٠٣١ ,٠ إلى ٠٤١ ,٠ بمتوسط عام قدره ٠٤١ ,٠ على مستوى مجموعة الأودية موضوع الدراسة وهي أرقام مرتفعة . ومن المعروف أن خشونة القاع لها علاقة وطيدة بسرعة الجريان وهذا ما توضحه معادلةماننج Manning's equation (R.U. Cooke.et.al., 1985,p 240).

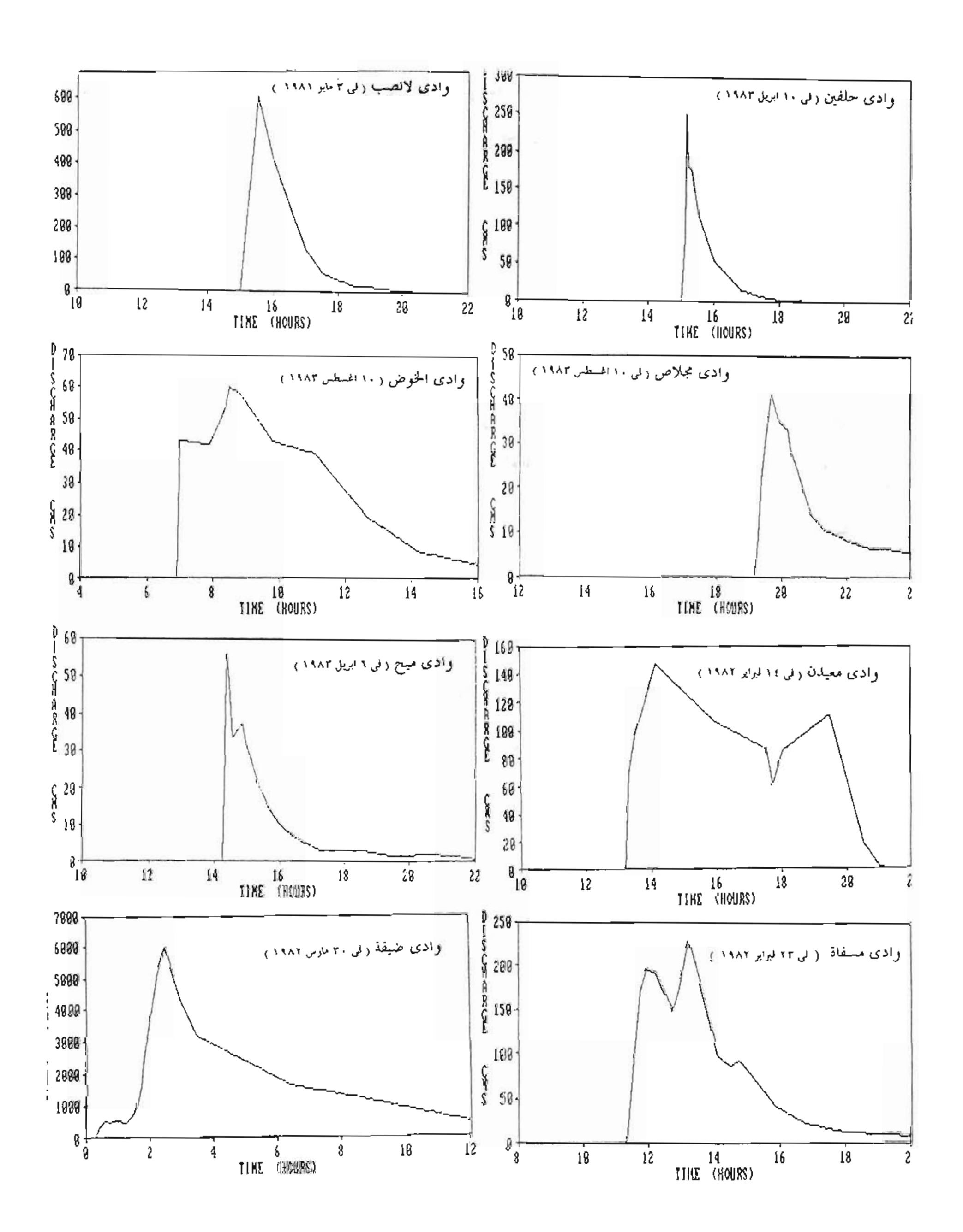
هـ- المنحنى البياني للتصريف Hydrograph :

من خلال فحص وتحليل الأشكال البيانية لعمليات الجريان التي توافرت لمجموعة من الأودية موضوع الدراسة شكل رقم (١٠) يمكن أن نلاحظ ما يلي :

١- أن جميع عمليات الجريان بدأت بشكل فجائي ثم ارتفع التصريف إلى قمته في وقت قصير جداً لم يتعد الدقائق في معظم الأودية (٦ أودية) ، ويوضح شكل الجناح الأيسر من حيث استقامته وارتفاعه الرأسي مقدار هذه الفجائية . وفي بقية الأودية (٣ أودية) بدأ الجريان فجائيا واستمر في الارتفاع والزيادة حتى وصل إلى قمته خلال فترة بين أقل من ساعة إلى ساعتين .

٢- هناك حوالي سبعة أودية شكلت عمليات الجريان فيها قمة مدببة حادة وسريعة ولم تستمر هذه القمة أكثر من عدة دقائق إلى ما يزيد عن الساعة ، بدأ بعدها الجريان في الأنخفاض السريع أيضاً ويظهر ذلك واضحاً من خلال شكل القمة وشكل الجناح الأيمن في المنحنيات البيانية للتصرفات (شكل رقم ١٠) . كما أن هناك بعض الأودية التي ظهرت منحنياتها بها قمتين واضحتين بدلاً من واحدة وإن كانت المنطقة التي تفصل بين هاتين القمتين ذات انخفاض يمكن وصفه بأنه ليس قوياً . كما يلاحظ أن هاتين القمتين غير متساويتان مما يعني أن أحدهما رئيسية وهي غالباً الأولى على حين تكون الثانية ثانوية . وربما ترجع ثنائية القمم في المنحنيات إلى احتمال ورود الجريان على شكل نبضات Pulses كنتيجة لتحرك العاصفة المطيرة فوق حوض التصريف أو تتابع وصول الجريان من الروافد للوادي الرئيسي .

٣- يتراجع أو ينتهي التصريف في الأودية مثل ما بدأ في شكل سريع حتى قرب نهايته ثم يستمر فترة طويلة نسبياً ربما عدة ساعات وهو منخفض في شكل ذيل طويل . ونادراً ما يتلاشى بطريقة فجائية .



شكل رقم (١٠) الاشكال البيانية المتصريف (الهيدوجراف) في بعض الأودية

٤- تراوحت مـدة الجـريان في الأودية بين ٣ ساعـات فقط إلى ١٢ سـاعـة وبمتـوسط حوالي ٨ ساعات على مستوى مجموعة الأودية بالكامل وهي فترة يمكن وصفها بأنها قصيرة . هـذا ولـم يلاحظ أي اختـلاف في طول الفتـرة الزمنية بين الأودية الكبيرة والصغيرة أو وقوع الأودية في موقع مكان معين مما قد يعني تأثير متغيرات أخرى من المحتمل أنها ترجع إلى طبيعة وخصائص العاصفة المطيرة ومدة بقاؤها ، إلا أنه لا يمكن استبعاد تأثير بعض الخصائص الأخرى الخاصة بالحوض والشبكة والسطح وكذلك وقت التباطوء Lag - time .

٥- معظم الدراسات التي اجريت على الأودية في المناطق الصحراوية أوردت نفس المنحنيات البيانية للتصرفات على سبيل المثال شيك A.P.Schick, 1988p.199 في دراساته التي اجريت على الأودية في سيناء وصحراء النقب كانت معظم منحنيات الجريان لها نفس الشكل تقريبا .

كما تفيد هذه الدراسات تعرض التصريف للتناقص السريع مع وصوله إلى الأجزاء الدنيا من الأودية كنتيجة لما يمكن أن يطلق عليه فقد المنقولية Trans- mission losses خاصة مع اتساع المجاري وزيادة سمك الرواسب إلا أنه ورغم ذلك يظل المنحنى محتفظاً بشكله وقد وضح ذلك جليا من خلال إحدى الدراسات التي أجريت على وادي نجران بجنوب غرب المملكة العربية السعودية (FAO, 1981,pp.74-75)

و - فصلية الجريان Discharge seasonality :

من خلال تحليل أوقات حدوث الجريان على مدار العام وتوزيعها على شهور السنة يمكن القول :

١- إن حوالي ثلاثة أرباع الجريان (٧٥٪) قد تمت في شهور فبراير ومارس وإبرايل ومايو فقط . ويعتبر شهر فبراير أكثر شهور السنة من حيث عدد مرات الجريان

التي تقع فيه حيث تمثل به حوالي ربع العدد (٢٥٪) . وهو ما يوازي النسبة الباقية التي وقعت في بقية شهور السنة التي لم تذكر في الجزء السابق .

٢- لم يقع أي من التصرفات خلال شهر يوليو كما كان نصيب كل من يونيو واكتوبر ويناير محدود جداً .

وعليه يمكن القول أن هناك قمتين لفترات وقوع الجريان الأولى اساسية ويقع فيها معظم الجريان وذلك خلال الفترة من فبراير حتى مايو والثانية ثانوية وتحدث بها نسبة صغيرة من الجريان وتقع في معظم بقية الشهور عدا شهر يوليو .

٣- يلاحظ من هذا التوزيع أن نصيب الفترة التي تمثل وسط فصل الشتاء يعتبر ضعيفاً بالمقارنة بالفترات الانتقالية بين الفصول وهذا مرده إلى زيادة فعالية الأمطار الانقلابية التي تسقط خلال هذه الفترات .

٤- يلاحظ أن الأودية التي تنبع من الجبل الأخضر كان لها خاصية عدم انتظام الجريان بها في فترات معينة من السنة ويرجع هذا إلى تميز منطقة الجبل بسقوط الأمطار عليها معظم أيام السنة دون بقية الأجزاء المجاورة .

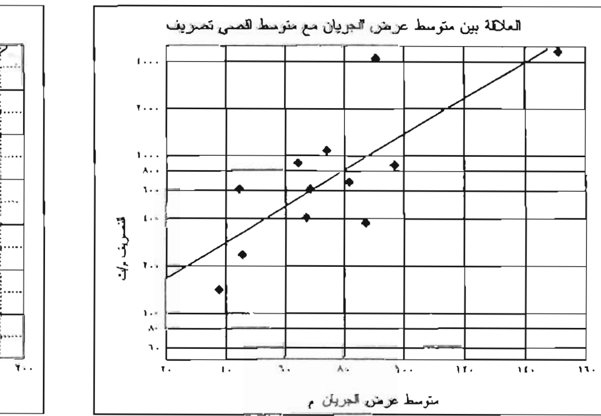
٢ - علاقات خصائص التصريف :

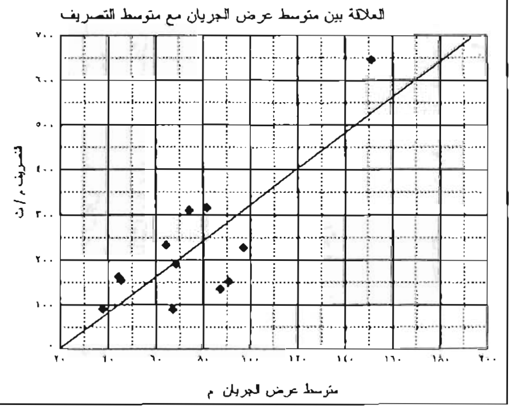
أ - العلاقات بين خصائص التصريف :

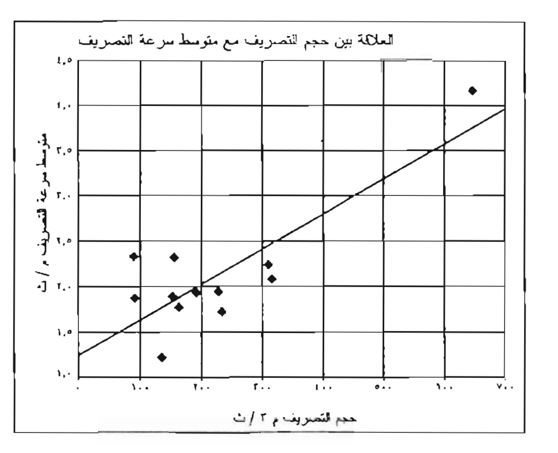
من خلال المصفوفة والعلاقات الخطية شكل رقم (١١) يمكن تلخيص العلاقات بين خصائص التصريف كما يلي :

- توجد علاقة موجبة وقوية بين متوسط التصريف السنوي مع متوسط عرض الجريان حيث يزيد العرض مع زيادة التصريف .

- كما توجد علاقة قوية وموجبة بين متوسط عرض الجريان مع متوسط سرعة الجريان حيث يزيد العرض مع زيادة السرعة .







شكل رقم (١١) العلاقات الخطية بين خصائص التصريف

- توجد أيضاً علاقة قوية وموجبة بين متوسط التصريف السنوي مع متوسط سرعة الجريان حيث تزيد السرعة مع زيادة متوسط التصريف .

- أيضاً توجد بعض العلاقات الأخرى بين المتغيرات الخاصة بالتصريف والتي لم نوردها هنا نظراً لعدم فاعليتها أو ما يمكن استنتاجه منها ، كما هي العلاقات بين كل من المتوسط السنوي مع أقصى تصرف وأدنى تصرف .

ب- العلاقات بين خصائص التصريف مع خصائص الأحواض وشبكات التصريف .

توجد علاقات طردية قوية بين مساحات أحواض التصريف مع متوسط التصريف السنوي . كما توجد نفس العلاقة مع مجموع أعداد المجاري ومعدل التفرع . والشكل رقم (١٢) يوضح هذه العلاقات . وجدير بالذكر أنه نظراً لقوة هذه العلاقة فقد أمكن التعبير عنها من خلال بعض المعادلات الرياضية التي يستخدمها الهيدرولوجيين في العديد من الجوانب التطبيقية ومن هذه المعادلات المعادلة التالية :(R.U. Cooke, et.al.: 1985,p239)

$$Q = 99.A0.5$$

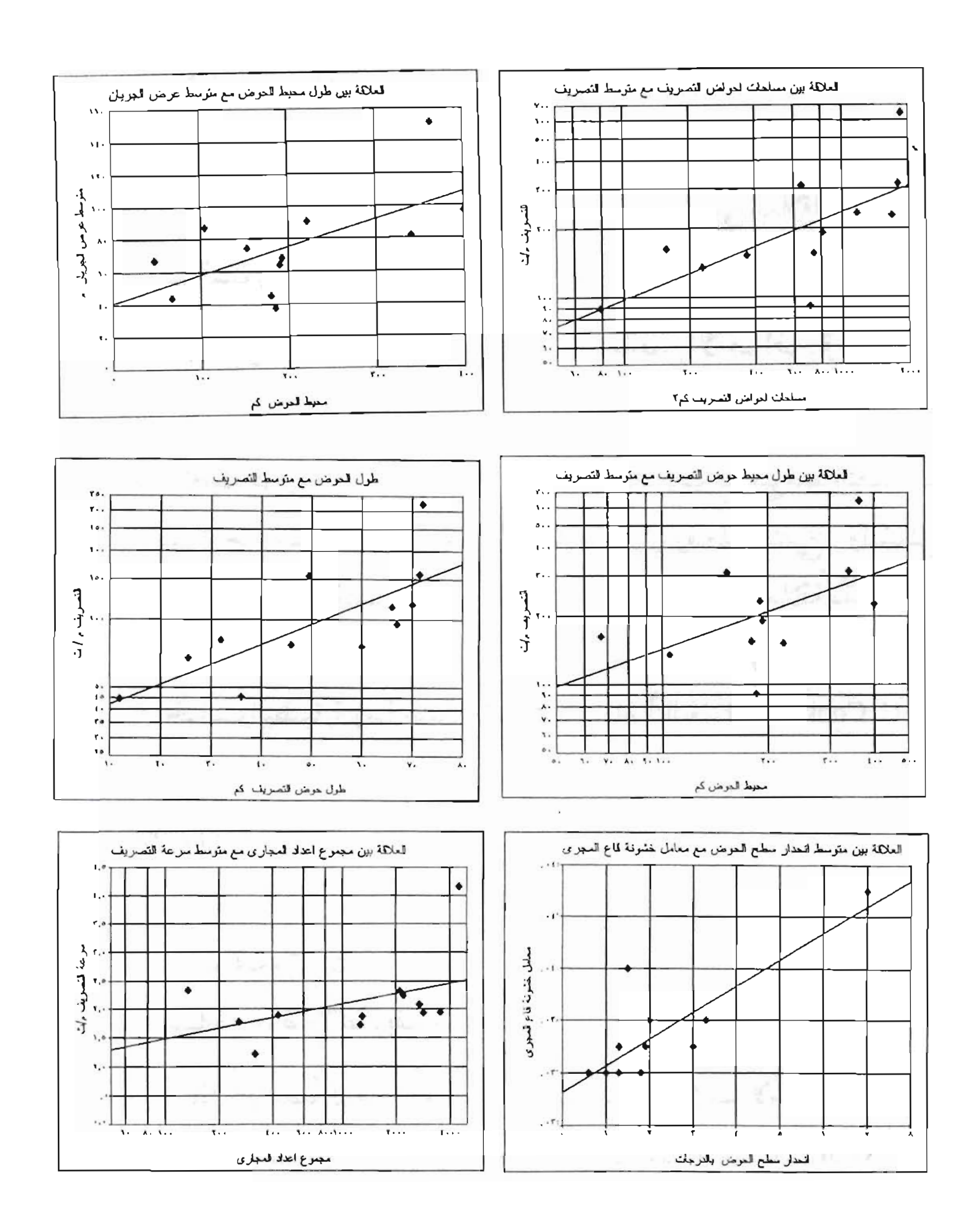
حيث :

Q = التصريف م٣/ ث

A = مساحة حوض التصريف (ميل مربع) .

وجدير بالذكر أيضاً أن مثل هذه العلاقات قد توصل إليها لاست Last 1974 في دراساته على بعض أودية جنوب صحراء النقب بشرق سيناء . (W.L.Graf . 1988p. 105) .

أيضاً وجد كارلستون (C.W.Carlston,1963,pp.1-8) أن هناك علاقة بين كثافة التصريف ومتوسط التصريف السنوي .



شكل رقم (١٢) العلاقات الخطية بين خصائص التصريف مع خصائص أحواض وشبكات التصريف

رابعاً : الرواسب

تركز دراسة الرواسب على قياس حجم الرواسب التي تشكل قيعان المجاري في الأودية موضوع الدراسة والوصف العام لشكلها في مناطق محطات قياس الجريان . وقد اعتمدت الدراسة على مصدرين أساسيين : الأول هو نتائج بعض القياسات التي أجرتها وزارة موارد المياه (عينة واحدة لكل وادي عند موقع المقياس) وقد اعتبر هذا غير كاف للاستدلال على طبيعة وحجم الرواسب في هذه القطاعات ومن ثم كان المصدر الثاني حيث قام الباحث بقياس الحجم لعدد ٢٤ عينة رواسب بمعدل اثنتان لكل مجرى واختيرت مواقع العينات بحيث تكون إحدى العينات على مسافة مائة متر قبل المقياس والثانية على نفس المسافة بعد المقياس في اتجاه المصب . وقد تم تحليل معظم العينات في الموقع باستخدام الأساليب التالية :

١- استخدم شريط القياس في تحديد قطر الرواسب الكبيرة الحجم من العنية (أكبر من ٢٠ سم) .

٢- استخدمت آلة قياس السمك Clipper لقياس قطر الحبيبات أكبر من ٢ سم إلى أقل من ٢٠سم .

٣- استخدمت المناخل ذات الفتحات المختلفة لقياس القطر في حالة الحبيبات الأقل من القطر السابق .

٤- استخدمت لوحات تحديد درجات الاستدارة في تحديد مدى استدارة الشكل تبعا لكرومبيان Krumbein (V.Gardiner and R.Dachamb 1983,pp,111.)

وحتى يمكن التعامل مع حجم الرواسب كمتغير له علاقاته مع المتيغرات الأخرى فقد تم استخراج متوسط الحجم لكلا المصدرين السابقين . ويلخص الجدول التالي متوسط حجم الرواسب بالنسبة لبيانات وزارة موارد المياه وكذلك المتوسط بالنسبة لقياسات الباحث ثم المتوسط العام لكليهما .

جدول رقم (١٠) متوسطات أحجام الرواسب في مجاري الأودية

الوادي	متوسط الحجم (مم) (الباحث)	متوسط الحجم (مم) (وزارة مواد المياه)	المتوسط العام (مم)	معدل الاستدارة
بني غـافـر	١٢,١٢	١٢, ٤٠	١٢, ٢٦	جيدة الاستدارة
الخـوض	٢٢, ٤٦	٢٣, ٠٠	٢٢, ٧٣	جيدة الاستدارة
جـبـا	٧, ٥٤	٧, ٧٠	٧, ٦٢	جيدة الاستدارة
لانـصـب	٥, ١	٥, ٩	٥, ٥	مستديرة - جيدة
الجـزى	٩, ٠٤	٦١, ٠٠	٣٥, ٠٢	جيدة الاستدارة
عـبـرى	٤, ٦٤	٥, ٨٠	٥, ٢٢	مستديرة - جيدة
مـيـح	٤, ٦٨	٤, ٥٢	٤, ٦٠	مستديرة - جيدة
مـجـلاص	٩, ٦٦	٩, ٦٠	٩, ٦٣	جيدة الاستدارة
ضـيـقـة	٥٦, ٠٠	--	٥٦, ٠٠	جيدة الاستدارة
حـلـفـين	٥, ٧٣	١, ٠٧	٣, ٤٠	مستديرة - جيدة
مـعـيـدن	٩, ٧٠	٩, ١٤	٩, ٤٢	جيدة الاستدارة
مـسـفـاة	٢٤, ٨٦	٢٥, ٠٠	٢٤, ٩٣	جيدة الاستدارة

وتشير نتائج التحليلات إلى أن المواد التي تكوّن قيعان مجاري الأودية تتصف بالخشونة بشكل عام، حيث يصل المتوسط العام للحجم إلى حوالي ٤ ,١٦مم . ويختلف الحجم بين المجاري اختلافاً كبيراً حيث يتراوح بين ٤ ,٣مم (في وادي حلفين) إلى ٥٦ مم في (في وادي ضيقة) . كما تغطي بعض أجزاء المجاري في أحيان كثيرة أحجام أكبر من تلك التي وردت في الجدول، كما هو في أودية مسفاة ومعيدن والجزى وضيقة بل أن الأخير تظهر الصخور الأصلية في بعض أجزاء من قاع مجراه بالقرب من منطقة المزارع .

كما تختلف كذلك على طول القطاع الطولي للمجرى وتتغاير على القطاع العرضي وخاصة في مناطق المنحنيات حيث تتعرض الجوانب إلى تقويض سفلي مع عمليات الجريان التي تمر في الوادي ويتبع ذلك سقوط بعض الكتل على القاع وتكون عرضة للتفتت والتكسر مما يزيد من متوسط الحجم ويقلل من درجة الاستدارة . كما توجد في بعض الأحيان اختلافات حادة كنتيجة لوجود البرك وأكوام الرواسب Riffiles and pools .

وتجدر الإشارة كذلك إلى أن المجاري التي بها شرائح مدرجات من الرواسب القديمة كانت لها تأثير واضح على حجم الرواسب في قيعان المجاري حيث تتعرض جوانب هذه المدرجات إلى التآكل عن طريق عمليات الجريان ورغم تماسكها إلا أن جزءاً من رواسبها الذي تفكك يستقر بين الرواسب التي نقلتها المجاري حديثاً مما يعني أن هناك احتمال لاختلاط الرواسب مما يؤثر على الحجم .

ومعظم الرواسب جيدة الاستدارة إلى مستديرة مما يعكس شدة وقوة الجريان والسرعات العالية من جانب وطول الرحلة التي قطعتها الرواسب من جانب آخر . إلا أن معظم الرواسب يعتبر بعيداً عن التكور فيما عدا حالات نادرة في الأجزاء الدنيا لبعض الأودية كما هو في أودية الخوص في مجرى البحائص (أحد فروع الوادي بمنطقة الدلتا) ووادي ميح .

وتتكون غالبية الرواسب من الحجر الجيري إلا أن جزءاً كبيراً منها يرجع في مشتق من صخور الافيوليت وتظهر مختلطة مع رواسب الحجر الجيري وتتكون من الجابرو والهارزبورجيت مع الدونيت وبعض الأنواع الأخرى .

وتمثل هذه الرواسب في أغلبها حمولة القاع bed load بالنسبة لغالبية الأودية وهذا يفسر ارتفاع خشونتها وإن كان هذا لايمنع وجود بعض المواد الناعمة بين الرواسب الخشنة أو توجد على شكل قشرات رقيقة فوقها وهي غالباً تمثل الحمولة العالقة تم ارسابها في هذه الأماكن نتيجة بعض عمليات الجريان التي تتميز بالسرعات

المنخفضة . وجدير بالذكر أن شيك وآخرين Schick في دراسته على بعض أودية صحراء النقب أرجع خشونة المواد إلى أنها تمثل حمولة القاع للمجاري (Ran Cooke et.al. 1993p.149.)

العلاقات بين متوسط حجم الرواسب مع كل من خصائص أحواض وشبكات التصريف وخصائص الجريان .

من خلال استعراض علاقات الارتباط التي توضحها المصفوفة (جدول رقم ٤) والعلاقات الخطية التي يبينها شكل رقم (١٣) يمكن تلخيص علاقة متوسط حجم الرواسب مع المتغيرات المختلفة الخاصة بأحواض الأودية وشبكات التصريف وخصائص الجريان فيما يلي :

١- توجد علاقة موجبة بين لوغاريتم متوسط حجم الرواسب مع لوغاريتم مجموع أطوال المجاري .

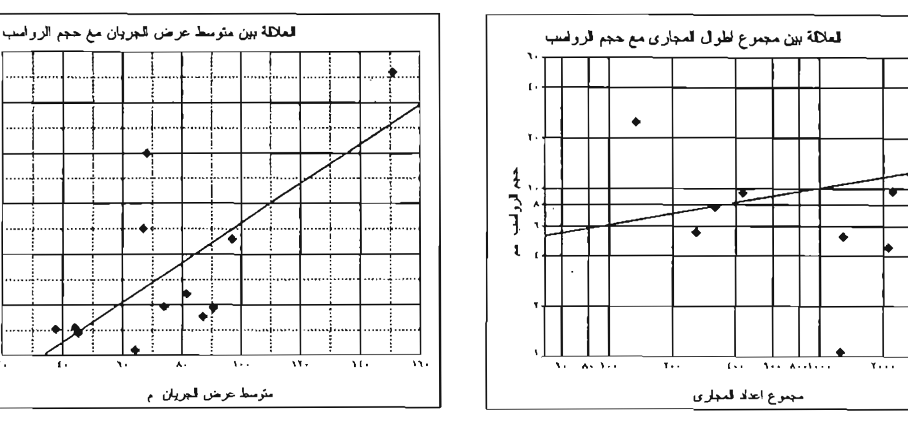
٢- توجد علاقة موجبة قوية بين متوسط حجم الواسب مع كل من متوسط التصريف السنوي ومتوسط سرعة التصريف ثم مع متوسط عرض الجريان .

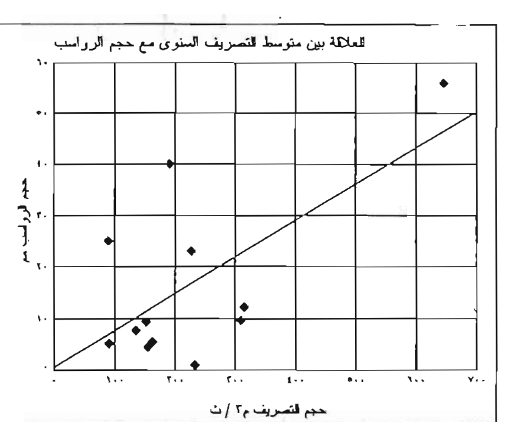
وتؤكد بعض الدراسات السابقة وجود علاقة بين متوسط الحجم مع سرعة التصريف . فعلى سبيل المثال وجد ميللر Miller 1985 (R.U.Cooke, et.al. 1985,p 239) ان متوسط حجم الحبيبة المنقولة له علاقة بسرعة الجريان توضحها المعادلة التالية :

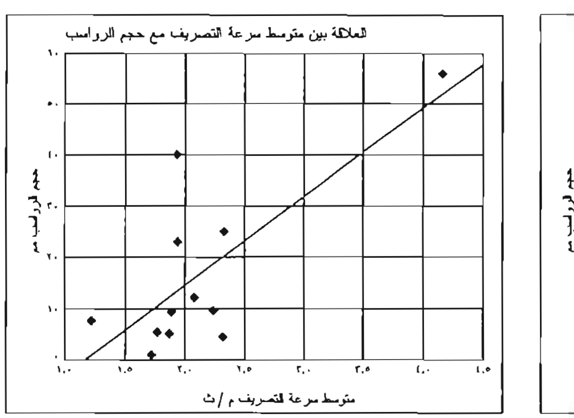
$$D = 1.0V2$$

حيث : D= متوسط قطر الحبيبة المتحركة (مم) .

V = سرعة الجريان (قدم / ثانية) .







شكل رقم (١٣) العلاقات الخطية بين متوسط حجم رواسب قيعان المجاري مع خصائص الشبكة والتصريف

خاتمـــــة

من خلال الدراسة السابقة يمكن إيجازماتوصلنا إليه من نتائج فيما يلي :

١- تتميز الأودية في شمال سلطنة عمان بإختلاف مساحات أحواضها واختلاف أبعادها (محيط - طول - عرض) . وأن الأحواض الصغيرة المساحة منها تميل أحواضها غالباً إلى أن تكون أشد انحداراً وأكثر استدارة من الأحواض الكبيرة المساحة كما أن الأخيرة تميل إلى أن تجمع أحواضها خاصيتي الاستدارة والاستطالة في نفس الوقت في الحوض الواحد .

٢- تختلف شبكات التصريف من حيث أعداد المجاري وكذلك كل من متوسط ومجموع أطوالها . على حين تتقارب بها كل من معدلات التفرع وكثافة التصريف بشكل واضح .

٣- تشير مجموعة العلاقات التي أجريت على المتغيرات الخاصة بكل من أحواض وشبكات التصريف إلى أن الخصائص المورفومترية والعلاقات بينها في هذه الأودية لا تختلف كثيراً عن مثيلاتها في الأودية الواقعة في المناطق الرطبة أو المناطق شبه الجافة والتي وردت في العديد من الدراسات التي قام بها ووضع اسسها كل من هورتون R.J.R.E.Horton 1945 وتشورلي Chorley 1975 وكارلستون C.W. Carlston 1963 واستريللر M.A.N. Strahler 1957 وميلتون A.Milton 1958 وموريساوه M.E.Morisawa1962 وليبولد وميللر L.B.Leopold & J.P.Miller 1965 ثم شوم S.ASchumm 1973 .

٤- تختلف خصائص التصريف الذي يجرى في الأودية بين واد وآخر وبين تصريف وآخر داخل الوادي الواحد . إلا أن التصريف في هذه الأودية يتميز بعدد من الخصائص التي تميزه عن التصريف في أودية المناطق الرطبة ومن أهمها : التغاير في الكميات ومعدلات التردد وطول الفترة الفاصلة بين تصريف وآخر وأبعاد

وفصلية الجريان وكذلك طول مدته ومقدار استمراره ، كماتتميز بإرتفاع معدلات السرعة فيها بدرجة واضحة كما أنها ذات منحنى يتميز بشدة انحدار جوانبه ووجود قمة شديدة التدبب .

٥- من الناحية التطبيقية وتبعاً للمعدلات التي استخدمت في تحديد درجات خطورة الجريان السيلي في منطقة مسقط Surface Water Department 1992 pp 5-6 والتي أخذت في الاعتبار كل من فترات التكرار ومدى تعرض المكان لحركة الجريان وكذلك سرعة الجريان عند تحديد درجات الخطورة ، تبعاً لذلك يمكن القول أن مناطق المجاري الرئيسية للأودية موضوع الدراسة تعتبر مرتفعة الخطورة High Risk Zones . وتزيد درجات الخطورة في مناطق المراوح الفيضية والسهول حيث يزيد التركز البشري وأشكال استغلال سطح الأرض .

وتعد الأودية التي تجرى في منطقة سهل الباطنة (الجزى وبني غافر والخوض) وفي منطقة العاصمة (لانصب وجبا) ذات خطورة عالية كما تعتبر الأودية التي تصب في منطقة دلتا قريات (ضيقة ومجلاص) تعتبر أيضاً أودية ذات خطورة مرتفعة . وهذا لا يقلل من خطورة الأودية في المناطق الأخرى وكذلك الأودية التي لم تشملها الدراسة .

٦ - تتميز قيعان الأودية بخشونة المواد النسبية واختلاف متوسط حجم الرواسب في مجاري الأودية من مجرى لآخر وداخل المجرى الواحد بطبيعة الحال على طول قطعية العرضى والطولي كما تتدخل بعض الظروف المحلية في تغيير خصائص هذه الرواسب . ومن جانب آخر تعكس خشونة المواد مقدار التغاير تأثير بعض المتغيرات خاصة سرعة الجريان ومتوسط التصريف بالإضافة إلى أطوال المجاري .

كما تختلف المواد من حيث شكلها وإن كانت غالباً ما تميل إلى الاستدارة . وهي تختلف في نوعيتها نظراً لتعدد مصادرها التي اشتقت منها وهي غالباً تتكون من الحجر الجيري وبعض أنوع صخور الأفيوليت النارية النشأة .

قائمة المصادر والمراجع

1 - A.N. Strahler (1957) Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Am. Geophys. Union Trans. 38 (6) : 913-920

2 - A.P., Schick, (1988) Hydrologic Aspects of Floods in Extreme Arid Environment, in Flood Geomrphology edited by V.R., Baker, R. Craig Kochel and P.C., Patton, John Wiley & Sons, New York.

3 - C.W. Carlston (1963) Drainage Density and Streamflow. U.S. GEOL. Survey prof. paper 422-c: 1-8.

4 - C.W. Carlston (1963) Drainage Density and Streamflow. U.S. Geol. Survey prof. paper 422-c: 1-8.

5- FAW, (1981), Arid Zone Hydrology for Agricultural development. Rome.

6 - Geological, Maps scale 1:50,000, 1992, Directorate General of Minerals, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman, Sheets no. NG40-149 (Buraymi) Nf40-02 (Ibri) NF40-03 (Seeb), NF40-04 (Muscat) NF40-07 (Nazwa) and NF40-08 (Sur).

7- L.B. Leopold and J.P. Miller (1956) Ephemeral Streams Hydraulic Factors and Their Relation to the Drainage Net. U.S. Geol. Survey prof. paper 282-A: 16-24.

8 - Landsat Thematic Mapper Data, (1985) Northern Mounains, Sultanate of Oman, Scal 1:250,000, processed by Michal Abrams, Jet propulsion laboratory pasadena , California.

9 - M. A. Melton, (1958) Correlation Structure of Morphometric Properties of Drainage Systems.

10- M. E. Morisawa (1962) Quantitative Geomorphology of some Watersheds in the Appalachian plateau. Geol. Soc. America Bull. 73: 1042, 1028.

11- Ministry of Petroleum and Minerals, Directorate General of Minerals, Sultanate of Oman (1985) Moasic of Rusaq area, scale 1:20,000 Cpmpleted and printed by B.K.S. Survey Ltd, Ballycairn road, Coleraine, N. Ireland, Sheets 1 to 150.

12 - Public Authority for Water Resources (PAWR), (1986) Surface- Water Records for selected stations 1975-1984. Council for Conservation of Environment and Water Resources, Sultanate of Oman. Report: PAWR 1-86- 21.

13- Public Authority for Water Resources (PAWR), (1985) Fluvial Sediment in Northern Oman, by W.F. Curtis, Report: PAWR 85-15.

14- R.U. Cooke, A. Warren and A. Goudie (1993) Desert Geomorphology.
U C L press, London.

15 - R.U. Cooke, D. Brunsden, J.C. Doornkamp and D.K. C. Jones, (1985) Urban Geomorphology in Drylands, Oxford University press, New York.

16 - R.E. Horton (1945) Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitiative Morphology.
Geol. Soc. America Bull. 56:272-370.

17 - Ray K. Linsley, TR. Max A. Koholer and L. H. Paulhus, (1982) Hydrology for Engineers, 3rd. ed. McGraw - Hill, Inc, London.

18- S. A. Schumm (1973) Geomorphic Thresholds and Complex Response of Drainage Systems.
Fulvial Geomorphology, M. E. Morisawa, ed, State University New York, Binghamton, 1973, pp.299-310.

19- S. J. Lippard, A. W. Shelton and I.G. Gass, (1986) The Ophiolite of Northern Oman, puplished for the Geological Society by Black Well Saientific Puplications, Oxford, London.

20- Sultanate of Oman, Ministry of Communications, Directorate Genral of Civil Aviation and Meteorology, Department of Meteorology, Annual Climate Summary 1989 and 1991.

21- Surface Water Department, Ministry of Water Resources, Sultanate of Oman (1992) Flood Study Programme, Delineation of High, Medium, Low and Index Flood Risk Zones, Muscat Area, Phase 2, pp. 5-6.

22- V. Gardiner, and R. Dackombe, (1983) Geomorphological Field Manual.
George aLLen & Unwin Ltd. London.

23- W. L. Graf, (1988) Fluvial Processes in Dryland Rivers.
Springer - Verlag, London.

***

١٧٦ - السهول الحصوية في دولة الامارات العربية المتحدة — د. حسن أبو العينين
١٧٧ - مستقبل الأراضي الجافة — أ. د. جودة حسنين جودة
١٧٨ - أثر الوظيفة السياحية على خريطة استخدام الأرض في مدينة أبها — د. احمد حسن ابراهيم حسن
١٧٩ - الرعي التقليدي - نظام رعي في طريقه إلى الزوال — أ. د. جودة حسنين جودة
١٨٠ - سكان محافظة مسقط في القرن العشرين — د. طه عبد العليم رضوان
١٨١ - حوادث المرور بمدينة مكة المكرمة عام ١٤١٣ هـ — أ. د. ناصر عبد الله عثمان الصالح
١٨٢ - المصطلحات المناخية في التراث العربي — د. بدر الدين يوسف محمد أحمد
١٨٣ - الخصائص الجيومورفولوجية لمروحية وادي بيح الفيضية — أ. د. حسن أبو العينين
١٨٤ - مساهمة رأس المال غير السعودي في قطاع الصناعة — د. فاروق شاكر السيد
١٨٥ - الهجرة المؤقتة للعمالة المصرية — د. أحمد حسن ابراهيم
١٨٦ - مواقع المدن السعودية — د. محمد مصلح الثمالي
١٨٧ - اتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سوريا — د. نادر محمد صيام
١٨٨ - منطقة الحمادة في المملكة العربية السعودية دراسة في جيمورفولوجية الصحاري — د. جودة فتحي التركماني
١٨٩ - الموارد المائية لمروحة وادي بيح الفيضية — أ. د. حسن ابو العينين
١٩٠ - الابعاد الجغرافية التاريخية لظاهرتي الصحة والمرض خلال موسم الحج — د. رمزي بن احمد الزهراني

سلسلة اصدارات وحدة البحث والترجمة

١ - تقلبات المناخ العالمي عرض وتعليق: أ.د. محمد صفي الدين أبو العز

٢ - محافظة الجهراء أ.د. زين الدين غنيمي

٣ - تعدادات السكان في الكويت د. أمل العذبي الصباح

٤ - أقاليم الجزيرة العربية الكتابات العربية القديمة والدراسات المعاصرة أ.د. عبدالله يوسف الغنيم

٥ - أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية أ.د. عبدالله يوسف الغنيم

٦ - حول تجربة العمل الميداني لطلاب الجغرافيا بجامعة الكويت أ.د. صلاح الدين بحيري

٧ - الاستشعار من بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال الاستخدام الارضي أ.د. علي علي البنا

٨ - البدو والثروة والتغير:
دراسة في التنمية الريفية للامارات العربية المتحدة وسلطنة عمان ترجمة د. عبد الاله أبو عياش

٩ - الدليل البحري عند العرب حسن صالح شهاب

١٠ - بعض مظاهر الجغرافيا التعليمية لمقاطعة مكة المكرمة د. ناصر عبدالله الصالح

١١ - طرق الملاحة التقليدية في الخليج العربي حسن صالح شهاب

١٢ - نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت دراسة جيومورفولوجية د. عبدالحميد أحمد كليو
د. محمد اسماعيل الشيخ

١٣ - جغرافية العمران عند ابن خلدون د. عبد العال الشامي

١٤ - السمات العامة لمراكز الاستيطان الريفية في منطقة الباحة د. محمد محمود السرياني

١٥ - جزر فرسان دراسة جيومورفولوجية د. محمد سعيد البارودي

١٦ - جوانب من الشخصية الجغرافية للمدينة المنورة د. محمد أحمد الرويثي

سلسلة منشورات وحدة البحث والترجمة

١ ـ بيئة الصحاري الدافئة — ترجمة: أ.د. علي علي البنا
٢ ـ الجغرافيا العربية — تعريب وتحقيق: د. عبدالله يوسف الغنيم د. طه محمد جاد
٣ ـ مدن مصر وقراها عند ياقوت الحموي — د. عبد العال الشامي
٤ ـ العالم الثالث: مشكلات وقضايا — ترجمة: أ.د. حسن طه نجم
٥ ـ التنمية الزراعية في الكويت — أ.د. محمد رشيد الفيل
٦ ـ القات في اليمن: دراسة جغرافية — د. عباس فاضل السعدي
٧ ـ هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة — تعريب: د. سعيد أبو سعدة
٨ ـ منتخبات من المصطلحات العربية لأشكال سطح الأرض — أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٩ ـ البلدان اليمانية عند ياقوت الحموي — تحقيق القاضي اسماعيل بن علي الأكوع
١٠ ـ المدن الجديدة بين النظرية والتطبيق — د. أحمد حسن ابراهيم
١١ ـ الأبعاد الصحية للتحضر — ترجمة: أ.د. محمد عبد الرحمن الشرنوبي
١٢ ـ التطبيقات الجغرافية للاستشعار من بعد: دليل مراجع — د. صبحي المطوع
١٣ ـ قواعد علم البحر — د. حسن صالح شهاب
١٤ ـ الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض ـ الدمام — مشاعل بنت محمد بن سعود آل سعود
١٥ ـ التخطيط الحضري لمدينة الأحمدي وإقليمها الصناعي — د. وليد المنيس د. عبدالله الكندري
١٦ ـ كيف ننقذ العالم — ترجمة: أ.د. علي علي البنا أ.د. زين الدين عبد المقصود
١٧ ـ أودية حافة جال الزور بالكويت تحليل جيومورفولوجي — د. عبدالحميد كليو
١٨ ـ الألواح الجيولوجية ونظمها التكتونية — ترجمة: أ.د. حسن أبو العينين
١٩ ـ جيومورفولوجية منطقة الخيران جنوب الكويت — د. السيد السيد الحسيني
٢٠ ـ الشوائب في تحقيق كتاب الفوائد في أصول علم البحر والقواعد — تأليف: شهاب الدين أحمد بن ماجد
٢١ ـ التحضر في دول الخليج العربية — د. خالد محمد النعقري
٢٢ ـ جغرافية العالم الثالث — تعريب: د. حسن طه نجم
د. مكي محمد عزيز
٢٣ ـ الصور الجوية ـ دراسة تطبيقية — د. خالد العنقري
٢٤ ـ جيومورفولوجية منخفض ام الرمم بالكويت — د. عبد الحميد كليو
٢٥ ـ جيومورفولوجية منطقة كاظمة — د. محمد اسماعيل الشيخ
٢٦ ـ السرحات السلطانية — د. عبدالعال عبدالمنعم محمد الشامي
٢٧ ـ اليابانيون الأمريكيون — د. عبدالله بن ناصر الوليعي
٢٨ ـ بحار الرمال في المملكة العربية السعودية — د. عبد الله بن ناصر الوليعي
٢٩ ـ كفاءة الري وجدولة المياه في منطقة الخرج بالمملكة العربية السعودية — د. نورة بنت عبدالعزيز آل الشيخ

رسائل جغرافية

دورية علمية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية